Versuch einer Theorie der Artillerie.

Von dem
Herr Ritter von Arcy,
Obristen bey der Reuterey, Mitgliede der Königlichen Academie der Wissenschaften, wie auch der Königlichen Gesellschaft zu Nancy,
verfasset.

Pauco fulmineos imitari pulvere motus
Edocet.

Dreßden, 1766.
In der Waltherischen Hof-Buchhandlung.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Vorreden haben ihren Nutzen, wenn man sie so wenig deswegen schreibt, um eine Schutzschrift vor das Werk selber, welchem sie vorgesetzt werden, zu verfertigen, noch dieses dadurch merklich zu verlängern; sondern blos denjenigen Zweck, welchen man sich vorgesetzt hat, anzuzeigen und zu erläutern.

Ich theile die Artillerie in zween Theile: der erstere derselben macht den physischen Theil aus, und diesen nenne ich die Theorie der Artillerie; der an-

 dere

dere ist derjenige, welcher im Kriege vornemlich seinen Nutzen hat, oder gebraucht wird, und sowohl in der Anordnung derer Batterien, in Feldschlachten als Belagerungen zu setzen ist, um durch diese Art der Waffen so viele Vortheile als möglich ist, zu erhalten. Man siehet wohl, daß dieser zweyte Theil, ob er gleich das Ansehen hat, nicht mit dem erstern unmittelbar verbunden zu seyn, dennoch mit demselben in der genauesten Verbindung stehe; folglich ist es unumgänglich nöthig, wenigstens die Würkungen aus demselben in Erwägung zu ziehen. Denn wie wäre es wohl möglich, sich mit Nachdrucke einer Art von Waffen zu bedienen, deren Eigenschaften man nicht versteht?

Ich werde in dieser Abhandlung blos von dem ersten Theile reden, den andern aber denenjenigen überlassen, welche sich auf diese Kunst beständig gelegt und sich dieselbe geläufig gemacht, auch

mit einem so glücklichen Erfolge aus derselben solche Theorien hergeleitet haben, welche den allergrössesten Nutzen gewähren, welchen man nur immer aus denselben ziehen kann; man siehet aber leicht, daß, wenn man die Theorie zu einer grössern Vollkommenheit zu bringen gedenkt, diese Vortheile mit dem Grade der Vollkommenheit, welchen sie erreichen wird, in gleichem Verhältnisse stehen werden. Ich habe mich daher in einer jedweden Abhandlung von der Artillerie beflissen, eine gewisse Art der Theorie ausfindig zu machen, und glaubte vornemlich die Erfahrungen seyen derjenige Grund, woraus man am besten hätte bestimmen können, aus welchen Bestandtheilen das Pulver gemacht werden müsse, und wie viel von einem jedweden derselben zu nehmen sey; ich glaubte ferner durch gewisse Versuche gefunden zu haben, welches die besten Materien vor die Stücken seyn, wie auch die wahren Verhältnisse derselben gegen

einander; endlich bestimmete ich auch die Långe der Stůcken aus Erfahrungen, hiernåchst die ungleichen Dicken derselben in verschiedenen Puncten dieser Långe, nach der Ladung gerechnet, welche zu nehmen man sich vorgesetzt hatte; wunderte mich dabey aber gewiß nicht wenig, als ich solche Begebenheiten wahrnahm, welche mit demjenigen unmöglich bestehen konnten, welches doch die Grundmeynungen einiger waren, und zugleich von andern mit behauptet wurde. Woraus denn erhellet, daß, wo ich mich anders unterstehen darf, dieses zu behaupten, sich so wenig die erstern als letztern haben angelegen seyn lassen, sich von der Wahrheit oder Unwahrheit dieser Meynungen zu ůberzeugen. Die Erfahrungen, auf welche sie sich grůnden, sind von einander so ungemein verschieden, daß, wenn sie gleich unter einerley Umstånden angestellet werden, man aus denenselben nichts fest setzen kann: man nimmt daher seine Zuflucht

flucht, wie gewöhnlich, zu der Wandelbarkeit der Natur des Pulvers, vorgebend, daß man in der Würkung desselben nichts gewisses angeben könne: daher bedienet sich die Faulheit gar öfters, die Unwissenheit aber beständig eben dergleichen Ursachen, um sich zu verstellen und ihr Unvermögen zu verbergen.

Man wird es ohne Zweifel als etwas besonders anmerken, daß ich so aufrichtig rede; ich weiß, weswegen man mich tadeln wird, und es ist mir eben so wenig unbekannt, wie viele Kriticken ich mir zuziehen werde; Keine von diesen Betrachtungen aber darf einen Naturkündiger oder Verfasser der Naturkunde in seinen Geschäften hindern. Denn dasjenige, worinnen ich gegenwärtig arbeite, hat so wenig den Zweck jemanden zu loben, als mir einiges Lob zu erwerben, sondern nur einen kleinen Theil der Naturkunde in mehreres Licht zu setzen, welcher so

nützlich und auch bisher so sehr ist versäumet worden. Diejenige Abhandlung von der Artillerie aber muß ich ausnehmen, welche von dem Herrn Robins in England 1742 ist heraus gegeben worden. Dieser Verfasser hatte sich einen sehr vernünftigen Zweck vorgesetzt, und hiernächst auf eine sinnreiche Art seine Versuche angestellet. Dem ohngeachtet aber traue ich mir zu behaupten, daß er so wenig Zeit als Kosten genug angewendet habe, seine Maschinen zu einer grössern Vollkommenheit zu bringen. Ich werde mich öfters seiner Betrachtungen bedienen, und wenn ich ihn gleich nicht anführe, so geschiehet es blos die Weitläuftigkeiten zu vermeiden, welche dadurch verursachet werden. Ich habe nicht den Vorsatz, mir anderer Erfindungen zuzueignen, es wäre aber nicht billig, zu behaupten, der Herr Bradley habe nichts in der Astronomie gethan, weil er sich solcher Fernröhren und Brillen bedienet hätte, von welchen

er doch nicht der erste Erfinder gewesen sey. Das, was ich in dieser Abhandlung vor wahr ausgebe, werde ich selbst beweisen; in so fern ich aber die Erfahrungen anderer gebrauche, will ich auf keine Weise vor ihre Richtigkeit zu stehen, mich schuldig erkennen. Wenn mein Vermögen es verstattet hätte, würde ich keinen Versuch unwiederholt gelassen haben, und ich kann dreist gestehen, daß ich so wenig durch die Mittel noch die Art und Weise, die Würkungen einmal wie das andere heraus zu bringen, so viel man auch immer bey einem andern Versuche der Naturlehre sich beschäftigen muß, bin abgehalten worden, sondern einzig und allein durch die Kosten, welche mein Vermögen übersteigen: Uebrigens verlange ich auch nicht, davor angesehen zu werden, als ob ich eine vollständige Abhandlung der Artillerie geleistet hätte. Denn dieses ist so wenig ein Werk einer kurzen Zeit, noch eines

einzigen Menschen; denn man wird in demselben Dinge genug finden, welche sowohl den Stolz einiger mäßigen, als auch augenscheinlich darthun werden, daß diejenigen, welche sich in diese Wissenschaft einlassen, in derselben auch nicht ohne allen Nutzen arbeiten werden.

S. 24. Z. 4. anstatt: Schwefel, lese man Kohlen.

Inhalt der Sachen, welche sich in diesem Werke befinden.

Die Theorie der Artillerie hänget vornemlich von dreyen Hauptgegenständen ab. S. 1.
Wenn das Schießpulver angezündet wird, so setzt es ein flüßiges und der Ausdehnung fähiges Wesen in einen Zustand, in welchen dieses beständig ausgedehnet bleibt. 3
Tabelle von solchen Körpern, welche Luft enthalten, aus des Hales Lehre vom Gleichgewichte der Pflanzen gezogen. 5
Beschreibung einer Probe oder Maschine, vermittelst welcher die Kraft des Schießpulvers bestimmet wird. 9
Unrichtige Probe eines Mörsers. 10
Versuche, welche man mit einem Probierinstrumente, auf Befehl des Ministers, gemacht hat, um die Grenzen zu bestimmen, zwischen welchen sich die Unrichtigkeiten des erwähnten Instruments befinden. 15
Versuche mit verschiedenen Arten von Pulver vermittelst der Pulverprobe. 16
Es kommt nicht von der Grösse der Körner des Pulvers her, daß man an verschiedenen Arten desselben eine verschiedene Kraft wahrnimmt. 17
Eben diese Folge auf eine andere Weise dargethan; nemlich durch die Geschwindigkeit der Entzündung eines gleich langen Lauffeuers, oder einer Reihe neben einander gestreueten Pulvers. 17
An=

Anzeige des verschiedenen Gewichts einer gleich grossen Menge des Schießpulvers. 18
Daß die Gewalt, mit welcher die Canonen während dem Abfeuern zurück prallen, sich umgekehrt zu verhalten scheinet, wie die Geschwindigkeiten, mit welchen das Pulver sich entzündet. 22
Pulver zu machen. 24
Untersuchung, wie das Pulver auf die allerbeste Art zu machen ist. 24
Verhältnisse der verschiedenen Kräfte mancherley Arten des Pulvers. 25
Auflösung oder Absonderung der verschiedenen Bestandtheile dieser Arten des Pulvers. 28
Zu einer Vermischung von Schwefel und Kohlen wird bey dem Anzünden nur der Schwefel allein, aber die Kohlen nicht zugleich mit verbrannt. 29
Daß die Kohlen nach der Verbrennung des Schwefels beständig den vier und zwanzigsten Theil desselben zurück lassen. 32
Wie viel Schwefel, Kohlen und Salpeter man in verschiedenen Arten von Pulver gefunden hat. 35
Was nach der Verbrennung der Kohlen zu Asche zurück geblieben. 36
Es kommt entweder von der Bearbeitung oder verschiedenen Menge des Schwefels und der Kohlen her, daß man an dem Pulver eine mögliche Kraft wahrnimmt. 37
Mancherley Arten des Pulvers, welche zu dem Ende gemacht sind, damit man die Menge des Schwefels, Salpeters und der Kohlen, eines jedweden besonders, erkennen möge, wie viel genommen werden muß, die beste Art des Pulvers zu verfertigen. 38

Das Abreiben auf dem Steine ist ein irriges Mittel Pulver zu machen. 39
Die Zerstossung ist ein besseres Mittel, Pulver zu machen. 40
Die Körnung ist bey dem Pulvermachen sehr nothwendig. 40
Verschiedene Arten von Pulver, welche zu dem Ende gemacht sind, damit man am besten erkennen möge, wie viel Schwefel genommen werden muß. 41
Arten des Pulvers, vermittelst welcher man am besten einsehen kann, wie viel Kohlen zu nehmen seyn. 44
Pulver, aus welchem man erkennen kann, ob das Seesalz dem Pulver so sehr schädlich ist, als man es gemeiniglich glaubt. 48
Fehler des Arsenalsalpeters, welche theils von der Verfertigung desselben herrühren, theils in dem ziemlich groben Kiese, welcher sich darunter befindet, zu suchen sind. 51
Daß es gleichgültig ist, aus was vor einer Art des Holzes die Kohlen gebrannt werden. 53
Daß der geringste Unterscheid in dem Durcharbeiten des Pulvers mehrere Veränderungen seiner Kraft verursachet, als die merklichsten Aenderungen der Menge jeglicher Theile insbesondere, aus welchem es bestehet. 54
Versuche, welche die geschwinde Entzündung verschiedener Massen des Pulvers betreffen. 55
Daß dasjenige Pulver, welches genau eingeschlossen und verwahret ist, sich sehr viel schleuniger entzündet, als welches der freyen Luft ausgesetzt ist. 57
Daß indessen diese Geschwindigkeit, so groß sie auch im-

immer seyn mag, von einer gewissen Dauer ist, während welcher sie ihre Kräfte äusert. 58
Von dem Canon. 59
Canonen, welche aus verschiedenen Materien verfertiget worden. 59
Untersuchungen das gegossene Eisen betreffend. 60
Mängel derer Kupfernen Canonen. 63
Untersuchungen, eine bessere Art der Vermischung ausfindig zu machen, aus welcher Canonen verfertiget werden können. 64
Canonen von geschmiedeten Eisen und deren Fehler. 65
Untersuchungen das Zusammenschmieden des Eisens betreffend, und dieses Verfahren auf die Verfertigung aus Eisen geschmiedeter Canonen anzuwenden. 66
Das Canon des Herrn Hannoteau. 66
Vortheile leichter Canonen. 67
Beantwortung der Einwürfe, welche wieder die leichte Artillerie gemacht werden. 68
Einwurf wieder die leichte Artillerie zum Dienste des Seewesens: nebst der Beantwortung dieses Einwurfs. 72
Von der Länge des Canons, oder Versuche, welche man gemacht hat, die Verhältniß der Geschwindigkeit der Kugel zu erkennen, in Betracht gegen die verschiedenen Längen. 74
Die Art und Weise, wie diese Versuche sind angestellet worden. 77
Verfertigung der Tabellen von den verschiedenen Geschwindigkeiten, in Betracht gegen die Länge. 80
Tabellen der Geschwindigkeiten, in Betracht der Länge. 84-90
Versuche, welche zu dem Ende sind angestellet worden, damit man diejenige Ladung finden möchte, wel-

welche eine Kugel in dem Canon, von einer angegebenen Länge, mit der allergrössesten Geschwindigkeit forttreibt. 91
Folgen aus diesen Versuchen. 93
Versuche, aus welchen man erkennen kann, wie lang ein Canon gemacht werden müsse, um der Kugel in demselben mit einer gegebenen Ladung die möglichst-grösseste Geschwindigkeit zu geben. 95
Tafeln von den Geschwindigkeiten, in Betracht gegen die Länge; man macht nemlich die Dichtigkeit der flüßigen Materien ausfindig, welche aus denen gefundenen Geschwindigkeiten vor verschiedene Entfernungen fliesset. 99
Aus der mittlern Dichtigkeit, welche man von dieser genommen hat, werden die verschiedenen Geschwindigkeiten, welche daher entstehen, gefunden. 100
Vergleichung dieser Geschwindigkeiten, mit denen, welche die Erfahrung lehret. (Siehe die Tafeln.) 101
Folge aus diesen Erfahrungen. 102
Dicke der Canonen in verschiedenen Entfernungen von dem Boden der Seele, aus den Tabellen von den Dichtigkeiten genommen. 102
Verhältniß des Wiederstandes aus Canons, wodurch es verhindert wird, sich nach der Länge zu eröffnen, zu derjenigen, welche nöthig ist zu verhindern, daß es nicht in die Quere aus einander geht. 104
Versuche von einer Kupfernen Seele, sechs Linien dick, und mit Stricken umwunden. 106
Vorschlag, Canonen von Eisen zu schmieden, deren Theile, anstatt daß sie zusammen geschweisset sind, mit Kupfer gelöthet werden. 107
Von den Schießgewehren überhaupt, und besonders von den Schießgewehren des Fußvolkes. 108
Versuche des Herrn von Valliere, welche er zu

Stras-

Strasburg angestellet hat, um die Ladung zu erfahren, mit welcher er am weitesten schiessen konnte. 109

Tafel von dem Wiederstande der Luft gegen eine Kugel, welche ungefähr in der Geschwindigkeit von einer Secunde durch einen Raum von eilfhundert Fussen getrieben worden. 112

Vereinigung zwoer Begebenheiten, welche sich zu widersprechen scheinen; nemlich, indem man die Ladung stärker nimmt als 9 Pfund, man bey einem 24pfündigen Canon nicht viel weiter schiesset, obgleich an der Mündung des Canons die Geschwindigkeiten der Kugeln sehr verschieden sind. 114

Ein Grundsatz der Artillerie bestehet darinnen, daß man in der Nähe die gróssesten Ladungen nimmt, welche grosse Würkungen thun, und wenn man weit schiessen will, so ist es schädlich, die Ladung viel zu verstärken. 116

Untersuchung der Ursache des Stosses der Schießgewehre, welche nicht scharf oder mit Kugeln geladen sind. 118

Verhältnisse der Grösse des Rücklaufes eines Canons zu dem Gewichte der Kugeln, wenn das Pulver kein Gewicht hätte und die Luft keinen Wiederstand leistete. 119

Begebenheiten, welche sich ereignen müssen, wenn der Wiederstand der Luft gar stark bey dem Zurücklaufe mit würket. 119

Tafel vom Zurückweichen der Canonen und der Scheibe, welches erstere durch verschiedene Gewichte der Kugeln verursachet wird. 124. 125

Es scheinet, als ob der Wiederstand der Luft kaum merklich bey dem Zurückprallen der Canonen mit würke. 126

Ver-

Versuch
einer Theorie
von der Artillerie.

Von den Versuchen, welche man angestellet hat, die Theorie der Artillerie genau einzusehen, will ich nicht reden. Sondern ich werde annehmen, daß dem Leser diejenigen Bücher bekannt seyn, welche davon handeln. Es ist genug, wenn ich anzeige, daß in dieser Wissenschaft annoch sehr wenig zuverläßiges ist geleistet worden, und wir können von der Theorie dieser Kunst eben das behaupten, was mir einer der berühmtesten Officiers Europens von dem Pulver sagte: daß dasjenige, was uns am besten von demselben bekannt wäre, seine Ungewißheit sey. Welches aber eigentlich eine Schuld der Menschen, nicht aber der Sachen selbst ist. Die Theorie der Artillerie zu erlernen, ist nicht schwerer, als eine jegliche

che natürliche Würkung zu begreifen; die Versuche aber, welche man dieserhalb anstellen muß, sind kostbar und erfordern viel Geduld: übrigens wird auch eine ziemlich weitläuftige Erkenntniß der Naturlehre und Mechanick darzu erfordert, wenn man diese Wissenschaft mit einigem guten Erfolge treiben will.

Die Theorie der Artillerie hängt vornehmlich von drey Hauptgegenständen ab, nehmlich dem Pulver, dem Canon oder Mörser und der Bewegung derer durch die Luft geworfenen Körper.

Das Pulver kann zu seiner Vollkommenheit gelangen, 1) wenn man die Theile oder Materien, woraus es bestehet, ändert, 2) wenn man die Menge dieser Bestandtheile anders, nehmlich grösser oder kleiner annimmt, und 3) vermittelst der Durcharbeitung der vermischten Materien.

Die Vollkommenheit derer Feuerröhre oder Schießgewehre hänget von zweyen Gegenständen ab; nehmlich von der Güte des Metalles und der Vollkommenheit der Gestalt derselben.

Die Vollkommenheit des Metalles erfordert drey Hauptuntersuchungen: nemlich, was vor Metalle am bequemsten sind, die Canonen daraus zu verfertigen? In was vor einer Proportion jedwede dieser Metalle zu nehmen sind? Und endlich, auf was Art sie am besten gegossen und wohl unter einander gemischet werden.

Die Vollkommenheit der Form erfordert drey Untersuchungen: nemlich, welche Längen die allerbequemsten sind, in Betracht einer gegebenen Ladung? Wie in einem jedweden Punkte dieser Länge die Dicke verschieden seyn müsse? Und endlich, im Falle die Länge gegeben ist, was vor eine Ladung erfordert wird, wenn man der Kugel die grössete Geschwindigkeit geben will.

Wenn man die Bewegung derer geworfenen Körper allein in Erwegung ziehet und annimmt, es seye gar keine Luft vorhanden, so wäre nichts leichter, als den Flug der erwehnten geworfenen Körper zu bestimmen; es geben auch alle Theorien der Artillerie diese Gesetze der Bewegung an: Die widerstehende Luft aber beträgt öfters mehr, als das Gewicht der Kugel achtzigmal genommen. Folglich erhellet hieraus, was vor ein Unterscheid zwischen den Versuchen und der Berechnung daher entstehen müsse.

Von dem Pulver.

Wenn das Pulver in einem leeren Raume oder der freyen Luft angezündet wird, so bringet daßelbe eine flüßige und anhaltende Ausdehnung hervor.

Wenn man unter einer gläsernen Glocke, aus welcher die Luft gepumpt worden, vermittelst eines glüenden Eisens Pulver anzündet,

so fällt das Quecksilber in dem Barometer so gleich, als das Pulver losgehet: und wenn jenes gleich nachher wiederum etwas in die Höhe steigt, so kommt es doch niemals wieder zu dem vorigen Grade seiner Höhe, sondern bleibet jederzeit um desto niedriger stehen, je grösser die Menge des angezündeten Pulvers war. Dieser Versuch ist sehr bekannt, und es hat ihn **Hawksbee in den philosophischen Transactionen No. 295.** zuerst gemacht. In diesen Nachrichten erzehlet er, daß er unter eben diesen Recipienten nach und nach immer eine geringere Menge Pulver angezündet und es dahin gebracht habe, daß das Quecksilber in dem Barometer von $29\frac{1}{2}$ Zollen bis zu $12\frac{3}{4}$ Zoll herunter gestiegen sey. Dieser Versuch, welcher öfters ist wiederholet worden, beweiset klärlich, daß durch die Entzündung des Pulvers eine gewisse flüßige ausdehnende Kraft erzeuget werde, welche anhaltend ist und mit ihrem Drucke einem Theile der äussern Luft das Gleichgewichte hält. Man hat den Recipienten in diesem Zustande einen ganzen Tag stehen lassen, und das Quecksilber ist darauf nicht weiter in die Höhe wieder gestiegen, als $22\frac{1}{2}$ Zolle, welches denn erweiset, daß das Pulver in der That ein flüßiges und beständig elastisches Wesen hervor bringet. Es ist also offenbar, daß, wenn dieses Wesen nicht elastisch bliebe, es auch keinen Druck auf das Barometer ferner äussern könnte, ausser ein kleiner Theil des Gewichts

von

von dem bereits verbrannten Pulver, welches nicht einmal vermögend wäre, zu verursachen, daß das Quecksilber 7 Zolle herunter stiege. Durch einen andern Versuch findet man, daß das Heruntersteigen des Quecksilbers sich umgekehrt verhält, wie die Grösse des Recipienten, im Falle die Menge des angezündeten Pulvers eben dieselbe bleibt.

Es giebt, ausser dem Schießpulver, noch viele andere Materien, welche eine große Menge des flüßigen elastischen Wesens hervor bringen, wenn sie einem starken Feuer ausgesetzt sind. Der Herr **Hales** in seinem vortrefflichen Werke von der Statick vegetabilischer Körper, giebt deren verschiedene an, von welchen ich nachstehende Tabelle verfertiget habe.

Tabelle.

Von der Menge der Luft, welche sich in verschiedenen Körpern befindet.

Von den Körpern der Thiere.

Ein Cubic-Schuh Schweine-Blut enthält	33 Zolle Luft.	33 mal mehr als seine Grösse.
Weniger als ein Cubic-Schuh Unschlitt.	18 Zolle Luft.	mehr als 18 mal grösser.

241 Grane von der Spitze eines Gemsen-Horns, oder $\frac{1}{2}$ Cubic-Zoll.	117 Cubic-Zolle Luft . . . sind 235 mal grösser.
Eine Drachma volatilisch Satz von dem Ammonischen.	2 $\frac{1}{2}$ Zolle.
$\frac{1}{2}$ Cubic-Zoll oder 266 Grane von dem Pulver einer Auster-Muschel.	162 Cubic-Zolle, oder 46 Grane Luft . . . 324 mal grösser.
2 Grane Phosphorus.	28 Cubic-Zoll.

Gewächse.

135 Grane oder $\frac{1}{2}$ Zoll Mark vom Eichbaume. Die trockene Eiche hat verlohren 44 Grane von ihrer Feuchtigkeit, von welcher das Gewicht 91 Grane war.	128 Zolle oder ohngefehr 30 Grane . . . 256 mal grösser.
388 Grane Türckisch nicht völlig getrocknetes Korn.	270 Zolle oder 77 Grane.

398 Grane Erbsen.	396 Zolle oder 113 Grane.
437 Grane Senf-Körner.	270 Zolle oder 77 Grane.
$\frac{1}{2}$ Zoll oder 135 Grane Bernstein.	135 Zolle oder 38 Grane . . 270 mal grösser.
142 Grane trockner Toback.	153 Zolle Luft.
Der Campher enthält und bringt keine Luft hervor.	
Ein Cubic-Zoll Anis-Oehl.	22 Zoll.
Ein Cubic-Zoll Baum-Oehl.	88 Zoll.
359 Grane Honig.	144 Zolle oder 41 Grane.
Ein Cubic-Zoll oder 243 Grane gelbes Wachs.	54 Zolle oder 15 Grane.
373 Grane grober Zucker, oder ein Cubic-Zoll.	126 Zolle oder 36 Grane.

Mineralien.

$\frac{1}{2}$ Zoll 158 Grane Newcasteler Kohlen.	180 Zolle oder 51 Grane, 360 mal mehr.
Ein Cubic-Zoll frisch gegrabene Erde.	43 Zolle.
$\frac{1}{4}$ Cubic-Zoll destillirtes Spießglas im Glase.	28 mal so viel Luftraum.
1 Zoll Vitriol-Marcasit.	83 Zoll.
$\frac{1}{2}$ Zoll getrocknet Seesalz.	64 Zolle . . 128 mal.
$\frac{1}{2}$ Zoll oder 211 Grane Salpeter.	90 Zolle oder $\frac{1}{8}$ des Gewichts, 180 mal.
1 Zoll oder 443 Grane Weinstein von Rheinwein.	504 Zolle oder 144 Grane . . 504 mal.
$\frac{1}{2}$ Zoll oder 304 Grane Weinsteinsalz von Weinstein und Salpeter.	112 Zolle, 32 Grane . . 224 mal.
1 Zoll gemeiner Schwefel.	verzehrt.

Zer-

Zermalmter Stein aus einer Menschen-Blase 230 Grane zusammen etwan $\frac{1}{4}$ Zoll.	516 Zolle	. . 645 mal.

Es wäre also weiter nichts nöthig, als ein Mittel ausfindig zu machen, wodurch man die Luft von diesen Materien absonderte, um aus denselben Pulver zu machen: ehe wir aber die Sache genauer aus einander setzen, so sehen wir wohl, daß es nöthig ist, auf ein Instrument zu denken, vermittelst welches wir die verschiedenen Kräfte des Pulvers bestimmen können. Man erwege daher die folgende Beschreibung von einer genauen und bequemen Pulverprobe.

Beschreibung der Pulverprobe.

Man pflegt gemeiniglich das Pulver mit einem Mörser zu prüfen, welcher eine küpferne Kugel von 60 Pf. wirft. Dieser Mörser ist auf 45 Grade gerichtet, und man ladet denselben mit 3 Unzen Pulver: Da denn die Entfernung, durch welche die Kugel geworfen wird, die Kraft des Pulvers angiebt. Wir wollen aber die Ungemächlichkeiten, welche mit dieser Manier zu probiren verbunden sind, in Erwägung ziehen. 1) Verhindern der Wind und Regen, eine dergleichen Probe anzustellen, sinte-

mal sie sonst in einer dicken und unreinen Luft geschehen müste. 2) Verursachen die geringsten Veränderungen des Reibens der Kugel in dem Mörser, wie auch der Verschiedenheit ihrer Figur, in dem Schusse, eine merkliche Ungleichheit in dieser Entfernung, durch welche sie geworfen wird. 3) Ist auch die Gewohnheit, die Kraft des Pulvers nach dergleichen Entfernungen zu schätzen, wegen des Wiederstandes der Luft, sehr fehlerhaft, wie wir solches am Ende dieser Abhandlung sehen werden: weswegen es mir erlaubt seyn mag, dasjenige anzuführen, was der Herr von Saint-Remy, in seiner Abhandlung von der Artillerie *), welche die beste ist, die wir haben, hiervon sagt. Man erwäge seine eigenen Worte: „Diese letzte Art zu probiren, hat bis auf gegenwärtige Zeit nicht so „fehlerhaft geschienen, (es ist nehmlich die Probe mit dem Mörser, von welcher er redet) „als sie „in der That ist. Daher kann man auch mit „Wahrheit sagen, daß man bey keiner Probe „mehr Veränderungen bemerkt. Denn es trägt „sich öfters zu, daß einerley Pulver, und auch „eine gleiche Menge desselben, bey eben der „Probe, und mit eben dem Mörser, eine Schußweite von 55 halben Ruthen, (Toises) das an„dere mal eine von 30 derselben giebt." Daß man also gegenwärtig wohl siehet, wie sehr schwer, oder vielmehr, wie unmöglich es ist, vermittelst eines so wenig genauen Instruments,

*) Tom. II. pag. 322. Edit. 1745.

die Verschiedenheiten zu bemerken, welche die mannigfaltigen Arten des Pulvermachens verursachen, sowohl durch die Verschiedenheit derer Materien, woraus es besteht, als durch die Menge derselben und ihre Durcharbeitung. Weil nun die Unrichtigkeiten dieses Instruments dermassen beträchtlich sind, daß sie öfters die Wirkungen, welche diese Veränderungen würden hervorgebracht haben, entweder an Grösse gar übertreffen, oder ihnen wenigstens gleich kommen; so habe ich davor gehalten, daß man in allen diesen Untersuchungen sogleich ein Instrument bey der Hand haben müsse, durch welches man die Gleichheit der Umstände bemerken kann, oder den Unterscheid, welcher aus den Veränderungen entstehet, die man darinnen würde gemacht haben. Es ist jederzeit nöthig, daß, wenn man Versuche anstellet, es seye mit was vor Dingen es wolle, man niemals mehrere als einen einzigen Umstand ändert, die andern aber indessen unverändert lässet. Im Falle ich mich mit der Electricität beschäftiget hätte, so würde ich zuerst Sorge vor ein Electrometer oder ein solches Instrument getragen haben, welches mir die wahren Kräfte oder deren Gleichheit andeutet. Auf gleiche Weise muß ich in der Artillerie zuerst auf die Verfertigung solcher Instrumente bedacht seyn, welche, unter einerley Umständen, mir gleiche Proben angeben, und geschickt sind, auch die geringsten Veränderungen in diesen Umständen anzuzeigen. Man erwege,

auf

auf was Weise ich mir vorgestellet habe, die Kraft verschiedener Arten von Pulver zu erkennen.

(Taf. I. Fig. 1. u. 2.) A ist ein Stücke von Kupfer an einem eisernen Stabe AB befestiget und an der Ecke *dd*, welche sich in der Pfanne *ff* (Coussinets) bewegt, aufgehangen. Man siehet leicht, daß, wenn man dieses Stück ladet und löset, es nach einem Bogen, dessen Achse *dd* ist, zurück weichen werde: man weiß ferner, daß die Sehne des durch das Centrum Oscillationis dieses Penduli beschriebenen Bogens, die Geschwindigkeiten bey dem Punkte der Abweichung A, wo es in Ruhe ist, ausdrücken wird: man siehet auch eben so wohl ein, daß, je grösser der Bogen ist, welchen das Stück beschreibet, die Gewalt gleichfalls desto grösser seyn werde, welche denselben zu beschreiben verursachet, und daß folglich diejenige Art von Pulver, welches mit gleichem Gewichte, einen grösseren Zurückstoß verursachet, auch das stärkste seyn werde. Es ist also nichts weiter nöthig, als nur ein Mittel ausfindig zu machen, vermöge welches man die Anzahl der Grade dieses Bogens bestimmen kann, durch welchen das Stück zurück gestossen wird; so ist das Instrument fertig. Man erwege, auf was Art ich dieses bewerkstelliget habe: (Taf. II. Fig. 1.) Die Pfannen *ff* sind auf einem Ramen von Eisen GH gestellet, überhalb eines der Querbalken GL macht man eine Schraube, welche eine Sei-

te

te des Ramens entweder höher oder niedriger macht. Dieser Ramen passet auf das hölzerne Viereck X (Fig. 2.) zwischen das Lager GL, HH, dergestalt, daß er keine andere Bewegung haben kann, als erhöhet und erniedriget zu werden: Die Ecken HH des eisernen Ramen sind abgeschärft, damit, wenn die Schraube an denselben umgedrehet und die Seite GL des Ramen in die Höhe gehoben wird, derselbe sich in den Ecken nicht zwinget. Eben dieser Bewegung halber sind die Spitzen GL Theile eines Zirkels, welche aus dem Mittelpunkte der Achse HH beschrieben werden. Ueber dem eisernen Ramen setzt man einen Theil von einem Zirkel, Y, (Fig. 3.) an welchem ein kleiner Zeiger in dem Mittelpunkte des Cirkels an einer Achse befestiget ist. Dieser Zeiger, welcher mit einer Schraube Z angezogen ist, kann leichter und schwerer gestellet werden. Der Mittelpunkt oder Achse dieses Zeigers befindet sich in der verlängerten Linie der eckigten Zapfen *dd* (Fig. 4.) oder der Pfanne *ff*, in welcher sich jene drehen. Der Schwehrpunkt dieses Zeigers ist in seiner Achse; ein Arm an der Stange AB, berühret den Zeiger *ik*, und dieser Arm ist mit einem Messer eingeschnitten oder einer Feile bis auf die Mitte seiner Dicke eben so wohl als der Zeiger eingefeilet, dergestalt, daß ein Faden mit einem Bleye, welcher von *i* nach *h*, (Taf. I. Fig. 2.) in dem der Zeiger wagerecht stehet, durch die Achse des Zeigers gehet und durch den Durch-

schnei-

schneidungspunkt des Armes und Zeigers zugleich. Der Theil des Zirkels stehet auf einer kupfernen Platte *m n*, und diese dienet zugleich, einen Bleyfaden daran zu befestigen; dergestalt, daß, wenn die Schraube geschraubet wird, das Bley den wagerechten Stand der Achse *dd* anzeiget. Nachdem dieses alles gehörigermassen verstanden und eingerichtet ist; so ladet man das Stück A (Taf. I. Fig. 1. u. 2.) und löset es, der Stab weicht darauf zurück, der Arm oder Stift von Ebenholze *g* schiebet den Zeiger mit sich fort, ohne daß sich der Stift auf einige Weise an dem Zeiger reibet. Derjenige Theil des Zeigers überhalb seiner Achse, welchen man vorher gehörigermassen gestellet haben muß, wird machen, daß der Zeiger an dem Orte, wo der Stift ihn hingeschoben hat, stehen bleibt, und das Ende des Zeigers *i* wird die Grade des Bogens anzeigen, um welche das Stück zurück gewichen ist. Dieses ist die Beschaffenheit desjenigen Instruments, von welchem ich sogleich ein Model habe verfertigen lassen, welches aber zu gebrauchen war: nachher aber habe ich, auf Befehl des Herrn Grafen von **Argenson**, dasselbe im Grossen machen lassen, so, wie es in den Königlichen Zeughäusern nöthig ist; es ist auch, auf Befehl eben dieses Ministers, von dem Herrn **Valliere**, Generallieutenant bey der Königlichen Armee und Generalinspector über die Artillerie, untersucht worden. Man sehe die folgenden Versuche, so wie sie in Gegenwart dieses

Ge=

Generals, im Monath December 1754. gemacht worden sind.

Man hat acht Ladungen abgewogen, jedwede von einer Unze, und der Zurückstoß oder die Winkel, welche die Stange AB beschrieben hat, sind gewesen:

Bey dem	1sten	Schusse,	18	Grade	25	Minuten.
=	2ten	=	18	=	22	=
=	3ten	=	18	=	40	=
=	4ten	=	18	=	22	=
=	5ten	=	18	=	57	=
=	6ten	=	18	=	54	=
=	7ten	=	18	=	36	=
=	8ten	=	18	=	30	=

Bey dem mittlern Schusse also 18 Grade 35 Minuten und 45 Secunden.

Der allergeringste Stoß 18 Grade 22 Minuten.

Der allergrösseste Stoß 18 Grade 57 Minuten.

Der Unterscheid des kleinsten von dem mittlern, 13 Minuten 45 Secunden, oder ohngefehr $\frac{1}{81}$.

Der Unterscheid des grössesten von dem mittelsten, 21 Minuten 15 Secunden, oder ohngefehr $\frac{1}{52}$.

Der Unterscheid des stärksten von dem kleinesten 35 Minuten, oder fast $\frac{1}{33}$.

Wenn man die Beweglichkeit des Instruments, und die kleine Ungleichheit in dem Gewichte der Ladung in Betracht ziehen will; so wird

wird man wahrnehmen, daß diese Unrichtigkeiten vielleicht so geringe sind, daß sie kaum angegeben werden können.

Nachdem ich mit diesem Instrumente versehen war, habe ich den Versuch mit verschiedenen Arten von Pulver gemacht; nemlich mit dem gewöhnlichen Stückpulver und dem Büchsenpulver; ich habe die Verhältnisse der dem Stücke mitgetheilten Geschwindigkeiten gefunden, oder die Sehnen dieser beschriebenen Bögen; es war nemlich der mittlere Stoß bey dem Stückpulper 195, und bey dem Büchsenpulver 134, ein sehr starker Unterscheid, dessen Ursache ich zu wissen verlangte. Es konnten aber deren nicht mehr als viere seyn: nemlich, entweder die Grösse derer Pulverkörner, oder die verschiedene Güte der Materien, aus welchen es bestehet, oder die verschiedene Menge derselben, oder endlich ihre Durcharbeitung. Damit ich aber erkennen möchte, ob die Grösse der Körner die Ursache sey; so ließ ich das Stückpulver durchsieben, dergestalt, daß ich die grossen und kleinen Körner desselben besonders hatte. Diese letztere Art des Pulvers war wenigstens eben so fein als das Büchsenpulver, von welchem ich mit aller Sorgfalt den Staub und die Unreinigkeit hatte reinigen lassen. Das Canonpulver hat mir folgende Verhältnisse gegeben, das ungesiebte nemlich 198, das großkörnigte 193, und das kleinkörnigte 197. Alle diese Unterscheide sind sehr klein, und, wie man siehet, geringer

als

als die Unrichtigkeit des Instruments. Es ist also der sehr grosse Unterscheid, welcher sich zwischen der Gewalt des Büchsen- und Stückpulvers befindet, nicht der Grösse der Körner zuzuschreiben. Um mich hiervon desto bündiger zu überzeugen, so stellete ich den 22sten Julii 1754 bey heiterm Wetter von 3 bis 6 Uhr Nachmittags nachfolgende Versuche an. Ich ließ Stäbe von Holze verfertigen, deren Enden genau aneinander passeten, und in dieselben eine runde Rinne machen, vier Linien breit und über vier Linien tief. Diese Rinnen füllete ich mit Büchsenpulver an, und ihre Länge war 18 halbe Ruthen (Toises) 2 Schuh, 9 Zolle und 6 Linien lang. Nachdem ich an das eine Ende derselben Feuer gelegt, so zehlte ich 29 $\frac{1}{2}$ Secunden, ehe sich dieses Pulver alle sämmtlich entzündet hatte. Ich machte darauf mit dem gemeinen Stückpulver eben diesen Versuch, die Rinne war 18 halbe Ruthen, 2 Schuh, 4 Zolle und 2 Linien lang, in welcher das Pulver 18 $\frac{2}{3}$ Secunden zubrachte, ehe es zusammen verbrannte. Auf gleiche Weise habe ich eine Rinne von 18 halben Ruthen, 2 Schuhen, 4 Zollen und 2 Linien mit großkörnigten Stückpulver angefüllet, und das Pulver verbrannte in derselben in 18 $\frac{2}{3}$ Secunden. Ferner habe ich noch eine Rinne von 18 halben Ruthen, 2 Schuhen, 9 Zollen und 6 Linien mit dem Reste des großkörnigten Pulvers angefüllet, und dieses verbrannte in 17 Secunden.

Die Verhältnisse derer Gewichte war vor eine gleiche Menge von

Büchsenpulper . . .	495
Gemeinen Stückpulver . .	457
Großkörnicht Stückpulver .	477
Kleinkörnichtes	446

Die Verhältnisse der gänzlichen Entzündung war bey dem

Büchsenpulver . . .	177
Gemeinem Stückpulver . .	112
Großkörnichten . . .	110
Kleinkörnichten . . .	102

Wenn man nun hier die Verhältnisse der Geschwindigkeiten der Entzündungen betrachtet, welche wir oben angegeben haben, und vergleicht sie mit den Verhältnissen der Geschwindigkeiten des vorerwehnten Probierinstruments; so wird man bemerken, welche dieser Verhältnisse einander bestätigen. Diejenigen Stösse waren nemlich die heftigsten, welche von solchem Pulver herrühreten, welches sich am geschwindesten entzündete: Selbst diese Verhältnisse scheinen anzuzeigen, daß die Geschwindigkeiten des Stosses sich umgekehrt verhalten, wie die Zeiten der Entzündungen; Denn 134 Theile der Geschwindigkeit des durch das Büchsenpulver verursachten Zurückstosses, wird sich zu 198 derer Geschwindigkeiten des durch das Stückpulver geschehenen Stosses verhalten, wie sich verhält $\frac{1}{177}$ × zu $\frac{1}{120}$ bey nahe, weswegen man sagen könnte, 120 sey die Zeit, welche die Länge oder

die

die Ausbreitung des gemeinen Stückpulvers in einem Stücke anwendete, ehe es sämmtlich entzündet sey; wir finden aber anstatt 120 nicht mehr als 112, folglich scheinet die Verhältniß des Stosses des Büchsenpulvers zu dem Stückpulver zu klein zu seyn. Erwägt man aber gegenwärtig das, was wir nachher erweisen werden, daß nemlich die grossen Massen des Pulvers sich nach Proportion schleuniger entzünden, und daß das Gewicht des Büchsenpulvers in der Rinne 495 war, da indessen das Stückpulver nicht mehr als 457 betrug; so wird man finden, daß die Reihe des Büchsenpulvers ein wenig mehr Zeit würde verwendet haben, wenn es gleiches Gewicht, wie jenes, gehabt hätte. Es ist auch übrigens noch zu bemerken, daß die Ladung bey der Pulverprobe weniger Raum einnahm, da man das Büchsenpulver probirete, als wie mit dem Stückpulver der Versuch gemacht wurde: folglich ist die Rechnung bey dem Büchsenpulver etwas grösser, als sie seyn würde, wenn dieses eben so viel Raum eingenommen hätte, als das Stückpulver, wodurch die 120 annoch verringert werden. Es scheinet daher, als ob diese beyden Ursachen darzu beytragen, daß diese Grösse annoch verringert werde: woher es denn wahrscheinlich wurde, daß die Zurückstossungen des Stückes sich umgekehrt verhalten, wie die Geschwindigkeiten der Entzündung verschiedener Sorten von Pulver, im Falle die übrigen Umstände allerseits als gleich an-

 genom-

genommen werden. Ich habe indessen nicht die Absicht, aus demjenigen, was ich eben gesagt habe, andere Folgen zu ziehen, als diese: nehmlich, **daß, je hurtiger sich das Pulver entzündet, desto stärker ist der Stoß,** wenn nemlich die übrigen Umstände gleich sind; und ferner: daß **der Unterscheid zwischen dem Büchsen- und Stückpulver nicht von der Grösse der Körner herrühre.** Wir müssen daher untersuchen, ob er denn von denen besondern Materien herrühre, aus welchen diese beyden Arten des Pulvers bestehen, ob in der Menge dieser einzelnen Materien oder deren Bearbeitung der Unterscheid stecke: und dieses ist es, was wir sogleich untersuchen wollen.

Ich will hier nur eine ganz kleine Ausschweifung machen, welches deswegen geschiehet, um den Leser zu versichern, daß die Unrichtigkeit dieses Instruments, welches ich oben beschrieben habe, vielleicht nach mehr als zwey tausend Versuchen, nicht um den dreißigsten Theil seines vorigen Fehlers grösser geworden ist, daß man also in einem Tage ungemein viel Pulver mehr probiren kann, als mit dem Probemörser: daß man diese Versuche in einen Zimmer anstellen kann, ohne daß Wind und Regen daran hinterlich seyn können: daß dieses Instrument allgemein ist, sintemal das Canon eben die Länge und Weite behält; und daß das ganze Hängewerk, nemlich die Stange, die eckichte Welle, um welche sich die Scheibe bewegt, und

das

das Stück gleiches Gewicht und gleiche Schwehrpunkte haben; das ist, weil eben die Entfernung dieses Mittelpunctes von dem Punkte, in welchem die Maschine aufgehänget ist, wie auch gleiches Centrum Oscillationis statt findet; so müssen auch alle Stösse, die von gleichen Ladungen herrühren, einander gleich seyn. Ein Gewicht, welches oberhalb der aufgehangenen Stange befestiget, der Länge nach an dieser heruntergeschoben, und, vermittelst einer Schraube, da, wo man will, befestiget werden kann, und nächst diesem ein ander Gewicht über eben der Achse, wo die Maschine aufgehangen ist, können mit leichter Mühe den Mittelpunkt des Schwunges, wie auch der Schwehre, zu der Entfernung des Hangepunkts, welchen man angenommen hat, bestimmen. Diese Verrichtung wird sehr viel leichter seyn, als die mit dem Probiermörser und seiner Kugel, welche erfordern, daß der Raum und die Figur der Pulverkammer vollkommen gleich seyn, daß die Seele völlig glatt und gleichartig, und die Kugel auf das genaueste rund sey, genau von gleichem Kugelmasse und Gewichte. Diejenigen, welche in den Künsten bewandert sind, wissen, wie sehr schwehr alle diese Dinge sind; die geringste Verschiedenheit der Luft oder des Windes, der Schwehre der Kugel und des Schwehrpunktes derselben, in Betracht seiner Lage, gegen den Mittelpunkt der Figur erwogen, wird einen gar grossen Unterschied in der Weite des

Schusses machen. Vielleicht ist es gar unmöglich, zwo Kugeln von gleicher Grösse zu machen, oder vielleicht ist es eben so unmöglich, daß das Metall in allen Punkten seiner Masse eine gleiche eigenthümliche Schwere hat, oder, ein Metall zu verfertigen, welches in allen seinen Theilen eine gleich starke Dichtigkeit hat. Man gehe also nur aufrichtig zu Werke und untersuche diejenige Maschine, welche ich beschreibe, und urtheile alsdenn, welche von beyden vorzuziehen ist. Ich habe mit der alleräussersten Sorgfalt die Fehler untersucht, welche der Verfertigung dieser Maschine im Wege stunden, vielleicht entsprungen sie aus eben den Quellen, welche wir oben bey dem Probiermörser angegeben haben, vermuthlich aber auch von ganz andern Ursachen, ich habe auch nur ganz kleine Fehler an ihr bemerkt, ob sie gleich nur mit einem mittelmäßigen Fleisse gemacht war. Man wird mir indessen diese Ausschweifung verzeihen, wenn man auf den Zweck des Nutzens, einer geringern Mühe, der Zeit, Kosten und eine beträchtliche Erspahrung des Pulvers siehet.

Von dem Pulvermachen.

Das Pulvermachen erfordert die Betrachtung dreyer Gegenstände. Denn 1) müssen wir diejenigen Materien kennen lernen, welche zum Pulvermachen die allerbesten sind, das ist, diejenigen, welche die mehreste Luft enthalten, wie

wie auch die, welche diese Luft am hurtigsten von den erwehnten Materien wieder befreyen. 2) Die Verhältnisse dieser Materie, oder wie viel von einer jedweden derselben genommen werden muß, und 3) wie sie durch einander gearbeitet werden müssen.

Was den ersten Gegenstand betrift, so würde man bey demselben am besten verfahren, wenn man sich ein Verzeichniß von allen denjenigen Materien machte, welche Luft oder ein flüßiges ausdehnendes Wesen enthalten, auch, wie viel eine jedwede derselben von dieser enthält, ohngefehr auf die Weise, wie diejenige ist, welche wir, nach Anleitung des Herrn Hales, kurz vorher gegeben haben. Welche ferner diejenigen Materien sind, die leicht in eine Flamme gerathen und die erwähnte flüßige und sich ausdehnende Materie von den Körpern am allerleichtesten absondern. Der zweyte Gegenstand betrift die Erkenntniß der Proportion dieser brennbaren Materien, gegen die erwogen, welche die Luft enthalten, und solche, durch Hülfe der erwähnten, wieder von sich geben. Der dritte handelt endlich davon, wie diese Materien unter einander gemischet und bearbeitet werden müssen, wenn man Pulver daraus machen will. Meine erste Absicht war zwar, diesen Gegenstand vollkommen durchgearbeitet zu liefern; es erstreckten sich aber die Kosten weit über mein Vermögen, daher wurde ich genöthiget, mich nur auf eine solche Untersuchung einzuschränken,

welche nicht so allgemein ist und weniger Kosten erfordert.

Folglich wurde ich hierdurch bewogen, nur die beyden letztern Gegenstände in denen Materien zu untersuchen, aus welchen das gemeine Pulver gemacht wird: weil nun zu dieser Arbeit eine chymische Erkenntniß erfordert wird, so habe ich den Herrn Beaume, dessen Geschicklichkeit der Königlichen Academie durch verschiedene Abhandlungen sattsam bekannt ist, ersucht, diese Arbeit zu übernehmen. Ich habe sofort verschiedene Arten von Pulver untersucht; nemlich französisches Stückpulver, das Englische, das gemeine Büchsenpulver und das neueste Büchsenpulver. Diese Arten des Pulvers haben mich nachfolgende Verhältnisse von ihren verschiedenen Kräften gelehret, und man hat auch aus der vorhergehenden Beschreibung der Pulverprobe bereits gesehen, daß dieser Unterscheid nicht etwan von der Grösse der Pulverkörner herrühre:

Stückpulver. . . .	198
Englisch Pulver . . .	129
Gewöhnliches Büchsenpulver .	127
Neues Büchsenpulver . .	125

Dieser Unterscheid muß entweder in der Verschiedenheit der Menge oder Güte, oder auch der Vermischung und Durcharbeitung der Materien stecken, wie wir solches bereits angezeiget haben. Der Herr Beaume hatte die Mühe übernommen, alle diese Arten des Pulvers aus

einan-

einander zu setzen, und man sehe seine hier folgende Nachricht, welche er mir davon zugeschickt hat.

„Nach verschiedenen Versuchen *) habe ich „bemerkt, daß es überaus leicht sey den Salpe„ter von dem Pulver zu scheiden, und es ist „hierzu das gemeine Waschen und Filtriren hin„reichend; aber nicht eben so leicht, die Koh„len und Schwefel aus einander zu bringen: „denn die Vereinigung dieser beyden Körper, „welche sie in ihrer Vermischung mit einander „gemacht haben, wie auch ihre beyderseitige „Aehnlichkeit, machen in vielen Fällen die „Scheidung schwer: Die Art, durch Auflö„sungsmittel, (menstrues) welche man gemei„niglich gebraucht, den Schwefel aufzulösen, „wenn er allein ist, ist in diesem Falle unzurei„chend, wenigstens, wenn man einige Genau„igkeit erlangen will. Denkt man durch alkali„sche Flüßigkeiten, desgleichen das Sal fixum „vom Weinstein, oder andere dergleichen Din„ge, und das Auskochen, den Schwefel abge„sondert zu erhalten, so äussern sich daselbst zwo „Schwürigkeiten. Denn 1) das alkalische Salz „löset eine gewisse Menge irdischer Theile oder „Schwefels in den Kohlen zugleich mit auf, wie „ich mich hiervon überzeugt habe, wenn ich die „Menge des Schwefels vermehrete, folglich die „Kohlen dadurch merklich verringerte. 2) Ist „man genöthiget, diesen Schwefel (welcher „durch das alkalische Salz aufgelößt ist, woraus

*) Des Herrn Beaume Worte.

„ eine hepar sulphuris wird) mit allen Arten
„ von sauern Salzen sich precipitiren zu lassen,
„ und so lange dieses Salz mit dem alkalischen
„ Salze vereiniget ist, welche beyde zusammen
„ ein Mittelsalz geben, erhält man beständig einen
„ Satz irdischer Theile, so rein diese beiden Ma-
„ terien auch immer seyn mögen, welche mit
„ dem Bodensatze zugleich entstehen, wenn der
„ Schwefel zu Boden fällt und sich dergestalt
„ mit ihm vereiniget befinden, daß man ihn
„ nicht absondern kann, es sey denn durch sol-
„ che Mittel, welche das, was man eigentlich
„ sucht, unrichtig angeben würden. Ich habe
„ eine gleiche Menge Schwefel und durch Was-
„ ser geläuterte Kohlen unter einander gemenget;
„ diese hatte ich, der Richtigkeit des Gewichts
„ wegen, vorher trocknen lassen, hernach die
„ beyden vermischten Materien angefeuchtet,
„ und sie eine lange Zeit unter einander stossen
„ lassen, um sie desto besser zu vermischen. Das
„ vermischte that ich darauf in ein Gefäß zum
„ Sublimiren, aber aller Schwefel sublimirte
„ sich nicht: denn, nachdem ich die Sublimi-
„ rung mit eben der Materie wiederholet hatte,
„ so lange nemlich, bis sich nichts mehr in dem
„ Helme anlegte, habe ich dermassen stark gefeu-
„ ret, daß sowohl das Gefäß als die Materie in
„ demselben glüete. Als beyde nachher erkaltet
„ waren, so versuchte ich, ein wenig von demje-
„ jenigen, welches unten auf dem Boden ge-
„ blieben war, in der freyen Luft zu verbrennen,

„ die-

„dieses aber gab darauf eine blaue Flamme „nebst einem unerträglichen Geruche von sich, „welches mir anzeigte, daß annoch eine grosse „Menge Schwefel darunter wäre; ich wurde „auch hiervon durch das Gewicht überführt. „Auf eine andere Weise scheinet der Schwefel „eben nicht in die Höhe steigen zu wollen, als „wenn man dasjenige, welches bereits in die „Höhe gestiegen ist, abnimmt und dadurch die „Oberfläche reiniget, wodurch man denn genö„thiget wird, das Gefäß bey einer jedweden „Sublimirung erkalten zu lassen. Denn, wenn „man den Helm wegnimmt und die Materie „in dem Gefässe noch warm ist, so steigt auf „einmal ein dicker Dampf heraus und zuwei„len mit einer würklichen Entzündung oder „Flamme, wodurch denn der Schwefel aus„dünstet und verfliegt. Auf der andern Seite „verursachet die Schwürigkeit, den Schwefel „von dem Helme und andern Orten, wo er „sich zu verschiedenen Zeiten ansetzt, genau wie„der zu sammlen, allemal den Nachtheil, daß „man etwas von demselben verliehret, welches „bey Versuchen allerdings erwogen werden muß. „Folglich ist dieses ein langweiliges, unrichtiges „und überhaupt fehlerhaftes Mittel. Der „Versuch, welchen ich gemacht habe, das rück„ständige von der vorhergehenden Sublimi„rung in freyer Luft zu verbrennen, damit „ich erfahren möchte, ob annoch Schwefel „darunter wäre, hat mich auf ein viel

„leich-

„leichteres Mittel geführet, diese beyden Materien von einander zu scheiden.

„Ich habe eine ziemliche Menge Schwefel „und Kohlen, jedwedes besonders, mit Wasser „abreiben, und hernach wohl trocknen lassen. „Als ich darauf von einem jeden derselben zwey „Quintlein hatte abwägen lassen, mischte ich „beydes unter einander, that das vermischte in „einen kupfernen Mörser mit einer hinlängli„chen Menge Wassers, stampfte es durch und „machte einen Teig daraus. Diesen that ich „in den Hals eines gläsernen Distillirkolbens „unter die Muffel eines Schmelzofens und heitzte „dieselbe nach und nach. Als die Oberfläche „dieses Teiges zu trocknen begunte, so stieg eine „kleine blaue Flamme in die Höhe, welche „durch ihren Brand aber nichts von den Koh„len verzehrte *), diese bemühete ich mich, ver„mittelst eines Hackens von starken eisernen „Drahte auf eben die Weise wegzuthun, als „man den Schwefel von den Metallen abrau„chen läßt. Ich hatte Acht, daß das Feuer „nicht zu stark wurde, sintemal ich besorgte, die „Kohlen möchten entzündet werden, und indem „ich

*) Herr Robins hat in seinem vortrefflichen Werke von der Artillerie angemerket, daß der Schwefel in dem Pulver sich verzehren könne, ohne die Körner zu entzünden; eine Begebenheit, welche ich dem Herrn Beaume nicht eher berichtet habe, als bis er mir den Verlauf seiner Versuche zugeschickt hat.

„ich fortfuhr, beständig umzurühren, ist die „Flamme endlich ausgegangen, und die Koh„len sind als ein sehr feiner Staub liegen ge„blieben. Ich habe so lange fortgefahren, als „ich einige Dünste aufsteigen sahe. Da ich „endlich merkte, daß keine derselben sich mehr „zeigten, habe ich auch keinen Geruch vom „Schwefel ferner wahrgenommen. Die Koh„len habe ich alsbald darauf gewogen, und ge„funden, daß sie zwey Quintlein und sechs „Grane betrugen, welches mir denn zeigte, daß „annoch der 24ste Theil des Schwefels zurück „geblieben sey *). Als ich diesen nehmlichen „Proceß mit noch einmal so vielem Schwefel „und Kohlen wiederholete; so fand ich, daß die „Kohlen 4 Quintlein und 12 Grane wogen, „welches ohngefehr den 24sten Theil ausmacht. „Endlich hat sich in allen diesen Versuchen, „welche ich angestellet habe, ein so geringer Un„terscheid gezeigt, daß ich diese Regel als be„ständig annehmen kann: **Die Kohlen behal„ten jederzeit den 24sten Theil des Ge„wichts vom Schwefel bey sich.** Von „was vor einer Art die Kohlen seyn mögen, so „bleibt

*) Ich weiß kein Mittel, durch welches man diese geringe Menge Schwefel von den Kohlen sondern könnte, ohne diese zu verzehren; es würde dieses aber zu demjenigen Zwecke, welchen ich mir vorgesetzt habe, unnöthig seyn, weil mir nur daran gelegen ist, zu wissen, wie viel von demselben zurück bleibet.

„bleibt doch diese Verhältniß jederzeit bestän„dig. Ich habe diesen Versuch wiederholt mit „Pantoffel-Hollunder- und gewöhnlichen Holz„kohlen, wie auch Kohlen von Papier und leich„ten Theilen der Thiere, wie z. E. Federn und „Eingeweiden, Leinwand, Ruß und derglei„chen *).

„Nachdem ich nun gefunden habe, daß die„se Art, die Menge des Schwefels und der „Kohlen, welche mit einander vermischt sind, „zu schätzen, sehr vorzüglich sey; so bin ich nun„mehr zu der folgenden Zergliederung des Pul„vers gegangen. Ich nahm ein Pfund gemei„nes Pulver **), welches im balneo maris ge„trocknet war, ließ solches in einer blechernen

„Kof-

*) Man kann bemerken, daß der Ruß durch das Stampfen viel schwerer wird, als alle andere Kohlen, er ist fast gar nicht zu entzünden, wird am Feuer roth, und verliehret fast nichts von seinem Gewichte.

**) Wenn dieses Pulver im balneo maris getrocknet ist, so verliehret es ohngefehr zwey Quintlein an jeglichem Pfunde von seiner Schwere: welches denn anzeiget, daß das Pulver beständig einige Feuchtigkeiten bey sich führet. Ich habe aus der Ursache das balneum maris gebraucht, damit ich nachher die durch diese Scheidung besonders erhaltenen Theile könnte austrocknen lassen, um am Ende einen gewissen Grad der Trockenheit zu bekommen, wodurch ich diejenigen Unrichtigkeiten vermeiden möchte, welchen ich sonsten würde ausgesetzt gewesen seyn.

„ Koffeekanne zwo Stunden mit 4 Pfunden „ durchgeseiheten Wasser kochen: Diese Ver„ mischung ließ ich warm durch Löschpapier fil„ triren, sie war sehr helle und klar und gleich„ falls mit Salpeter von dem Pulver vermischt. „ Ich habe darauf von neuen warmes Was„ ser durch das Filtrum gegossen, um von „ dem schwarzen Satze alles dasjenige ab„ zusondern, was noch von salzigen Theilen dar„ innen seyn möchte. Ich ließ hierauf diese ver„ mischten flüßigen Materien zwo Stunden lang „ bey Seite stehen, damit ich zuletzt wahrneh„ men möchte, ob sich einige Schwefeltheile zu „ Boden setzten: denn es ist bekannt, daß die „ Mittelsalze beständig mehr oder weniger sich „ mit dem Schwefel vereinigen, wie man solches „ in einem Augenblicke wahrnehmen kann, daß, „ wenn dieses flüßige Wesen noch nicht genug„ sam mit salzigen Theilen hinlänglich angeful„ let ist, es sich auch nicht präcipitiren läßt. „ Nachher ließ ich dieses flüßige Wesen in einer „ irdenen Schüssel und balneo maris abrau„ chen, bis es ganz trocken war, dergestalt, daß „ die salzigen Theile durch die Ausdünstung des „ Wassers wieder hervor kamen; es sonder„ ten sich die irdischen schweflichten Theile, wel„ che so leicht waren, daß sie auf dem Wasser „ allenthalben umher schwammen, ab; sie schie„ nen mir so wenig einiger Betrachtung werth, „ daß ich gar nicht darauf achtete, waren auch „ mit dem Salpeter, als derselbe völlig trocken

„ ge-

„ geworden, vermischt, und das Gewicht beyder
„ betrug 11 Unzen, 6 Quintlein und 60 Gra-
„ ne. Bey der Scheidung des Salpeters wer-
„ den wir sehen, woraus dieser Satz eigentlich
„ bestanden sey.

„ Nunmehro wollen wir wieder auf den
„ schwarzen Satz zurück kommen, welcher nach
„ der Filtrirung zurück geblieben ist; derselbe
„ enthielt den Schwefel und die Kohlen des
„ Pulvers mit etwas groben Flußsande ver-
„ mischt, von welchen einige Körner gar groß
„ waren, (welches eine sehr schädliche fremde
„ Materie, und vermögend ist, in den Pulver-
„ mühlen leicht eine Feuersbrunst zu erregen,
„ und mir von nichts andern herzurühren schien,
„ als von der Unachtsamkeit der Arbeiter.) Ich
„ ließ diesen schwarzen zurückgebliebenen Satz
„ im balneo maris trocknen, und er war 4
„ Unzen und 60 Grane.

„ Ich machte, bey der Scheidung des Schwe-
„ fels und der Kohlen, denjenigen Proceß, wel-
„ chen ich schon vorher beschrieben habe, und
„ fand, daß die Kohlen, nachdem der Schwefel
„ verbrannt war, 2 Unzen, 1 Quintlein und 60
„ Grane wogen: von welchen Gewichte annoch
„ der 24ste Theil, von dem noch zurückgebliebe-
„ nen Schwefel, abgezogen werden muß; so hat
„ man 2 Unzen, 1 Quintlein und 6 Grane vor
„ das eigentliche Gewicht der Kohlen, welches,
„ wenn es ferner von 4 Unzen 60 Granen, wel-
„ che der Schwefel und Kohlen wogen, weil sie

„ mit

„ mit einander vermischt, aber wohl getrocknet „ waren, abgezogen wird; so bleiben 1 Unze, „ 7 Quintlein und 54 Grane vor das Gewicht „ des Schwefels, welches vor das ganze Ge„ wicht überhaupt giebt 15 Unzen, 7 Quint„ lein und 28 Grane, folglich sind 24 Grane „ während dem Processe verlohren gegangen.

„ Ich ließ diese 11 Unzen, 6 Quintlein, „ 60 Grane Salpeter in 3 Pfund filtrirtes „ Wasser schütten; so hat diese Solution, im „ Filtro 8 Grane von einer aschgrauen Erde zu„ rückgelassen, welche nur sehr wenig Schwefel „ enthielt, übrigens doch in so fern genug, „ daß man eine sehr leichte blaue Flamme „ und den schweflichten Geruch, welcher aus „ ihr hervor stieg und sie verzehrte, bemerken „ konnte. Die Menge dieses Schwefels betrug „ ohngefehr ½ Gran: Der Rest dieses Satzes „ ist eine Art von Erde, welche man ansehen „ kann, als ob sie von einem geringen Theile „ aufgelöseten Salpeters, während den verschie„ denen Auflösungen und Filtrirungen, entstan„ den sey, wie es denn gemeiniglich mit allen „ diesen Salzen, welche man zu dergleichen Be„ mühungen gebraucht, zu gehen pflegt. Folg„ lich darf diese Materie nicht als etwas man„ gelhaftes in dem Salpeter angesehen werden. „ Die filtrirte Solution dieses Salpeters ist an „ einen trocknen Ort wohl verwahrt gesetzt wor„ den: die ersten Crystallen, welche in fünf „ Tagen bey freyer Ausdünstung anschossen,

» waren ein sehr reiner Salpeter, in dessen Cry-
» stallen ich im geringsten keinen Theil Seesalz
» vermuthen konnte, wenigstens haben die so-
» gleich darauf erfolgten Versuche, welche ich
» damit gemacht habe, mir nichts dergleichen ge-
» zeigt. Ich habe geglaubt, es sey unnö-
» thig, diese Untersuchungen weiter fort zu se-
» tzen, ob sie gleich in so fern leicht sind, wenn
» man sich von einer geringen Begebenheit
» überzeugen will, und dieses um desto mehr,
» weil das in dem Salpeter befindliche Seesalz,
» wenn man auch annimmt, daß würklich wel-
» ches darinnen stecke, nur sehr wenig seyn kön-
» ne, und daher auch nur eine so sehr geringe
» Ursache wäre, durch welche die Kraft des Pul-
» vers unmöglich, merklicher Weise geschwächet
» werden kann.

» Nachdem ich mit andern Arten des Pul-
» vers auf eben die Weise zu Werke gegangen
» bin, so habe ich folgende Verhältnisse gefun-
» den, nemlich:

„ **In einem Pfunde gemeines Büchsen-**
» **pulvers**, vorher im balneo maris getrock-
» net, befinden sich

» Salpeter, 11 Unzen, 6 Quentlein, 18
» Grane.

» Kohlen, 2 Unzen, 4 Grane.

» Schwefel, 2 Unzen, 1 Quentlein, 20 Gra-
» ne.

» Abgang während dem Processe, 30 Grane.

» Als

» Als ich den Salpeter auf eben die vorher-
» erwehnte Weise untersuchte, so hat sich unter
» denselben etwas weniges von eben der Art wie
» vorher befunden.

» Ein Pfund neues Büchsenpulver auf
» die vorhergehende Weise behandelt, hat gege-
» ben:

» Salpeter, 11 Unzen.

» Schwefel, 2 Unzen, 4 Quentlein, 1 Gran.

» Kohlen, 1 Unze, 3 Quentlein, 59 Grane.

» Der Verlust während dem Processe, 12
» Grane.

» Die Untersuchung des in diesem Pulver
» befindlichen Salpeters hat uns eben das ge-
» zeigt, wie vorher.

» Weil ich nicht genug Englisch Stückpul-
» ver hatte, so konnte ich den Versuch nur mit
» 2 Unzen machen, welche 1 Unze, 4 Quentlein
» Salpeter gaben. Der nach der Filtrirung ü-
» berbliebene schwarze Rest ist nicht auf die vorher
» angezeigte Weise in balneo maris getrocknet,
» und wog ohngefehr 4 Quentlein. Ich habe
» den Proceß aus Mangel des Pulvers nicht
» wiederholen, und folglich auch nicht völlig zu
» Ende bringen können.

» Alle diese Kohlen habe ich nach der gänzli-
» chen Absonderung des Schwefels verbrannt,
» und die überbliebene Asche hat nemlich ge-
» wogen:

» Von dem gemeinen Stückpulver, 52

» Grane, welche weißliche Asche gar leicht war,
» und sehr wenig Salz enthielt.

» **Gemeines Büchsenpulver** hat 49 Grane von eben solcher Asche gegeben, wie die vorige war.

» **Neues Büchsenpulver** enthielt 1 Quentlein, 60 Grane röthliche Asche, welche schwer, wenig salzig und sehr eisenartig war. Der wenige Schwefel, welcher in den Kohlen zurück blieb, hatte sich mit diesen dermassen genau vermenget, daß ich seinen Dampf bis auf den letzten Augenblick riechen konnte, in welchem die Kohlen verbrannten.

Aus diesen Versuchen folgt, daß es entweder blos der Bearbeitung der vermischten Materien, oder dem geringen Unterschiede zwischen der Menge des Schwefels und denen Kohlen zuzuschreiben ist, daß das Pulver eine so sehr verschiedene Gewalt äussert.

Der Zweck unserer Untersuchungen, was nemlich die Composition des Pulvers, anlanget, bestand darinnen, daß wir die Verhältnisse des Salpeters, Schwefels und der Kohlen wissen wollten, durch welche das beste Pulver erhalten wird. Ich fieng also sofort an, die Menge des Schwefels zu ändern, das Gewicht des Salpeters und der Kohlen aber ließ ich unverändert. Nachher nahm ich die Menge der Kohlen anders und ließ den Salpeter und Schwefel unverändert. Endlich blieben Schwefel und Kohlen in ihrer unveränderten Quantität, von dem

dem Salpeter aber wurde bald mehr bald weniger genommen.

Das erste, worauf man bey dieser Art der Untersuchung zu sehen hatte, war, daß man auf eine gewisse Art, ein solches Pulver zu machen bedacht sey, welches von der Beschaffenheit ist, daß die Durcharbeitung keine Veränderung in seiner Kraft oder Eigenschaften verursachen könnte: das ist, wenn einmal eine gewisse Menge Salpeter, Schwefel und Kohlen gegeben worden, daß man alsdenn jederzeit versichert sey, eine Art Pulver daraus zu bekommen, deren Würkung beständig eben dieselbe bleibt.

Ich habe daher, daß mir einige von denen Mitteln, welche ich diesen Zweck zu erreichen, angewendet habe, nicht von statten gehen wollten, so viel erlernet, daß man würklich gewisse Fehler, in der Bearbeitung des Pulvers, begehen könne: und dadurch bin ich in den Stand gesetzt worden, einige Begebenheiten in ein mehreres Licht zu setzen, welche einem sonst viel zu schaffen machen. Anfänglich war ich Willens, das Pulver auf eben die Weise machen zu lassen, wie das gewöhnliche Kriegspulver: ich ließ die Menge von Salpeter, Schwefel und Kohlen eben auf die Weise nehmen, als sie, vermöge der vorhergehenden Versuche, in dieser Art des Pulvers waren gefunden worden, und vermöge der nachstehenden Untersuchungen, welche mir der Herr Beaume hiervon mitgetheilet hat, das Pulver zu bereiten.

„Ich habe die drey verschiedenen Materien, „ aus welchen dieses Pulver bestehet, eine lange „ Zeit auf einem harten Marmor zusammen mit „ einer hinlänglichen Menge Wassers abge= „ rieben. Als mir die Vermischung klar ge= „ nug und hinlänglich trocken zu seyn schienen, „ daß sie gekörnet werden könnte; so legte ich „ sie auf ein Blatt Papier in eine Pfanne, „ setzte sie übers Feuer und rührte es darauf „ beständig um. Hierdurch begab sich die Feuch= „ tigkeit immer mehr und mehr in die Höhe „ und erleichterte das Körnen. Es war aber „ dieses Pulver, zwoer Ursachen halber, welche „ ich gleich anzeigen werde, fehlerhaft, und konn= „ te auf keine Weise mit dem gewöhnlichen Pul= „ ver verglichen und an dessen Statt gebrauchet „ werden.

„ 1) Konnte man das auf dem Marmor be= „ sagtermassen abgeriebene Pulver nicht genau „ vermischen, deswegen, weil die Vermischung, „ welche allemal nothwendig ist, wenn man gu= „ tes Pulver machen will, nicht anders gesche= „ hen kann, als wenn die Materie dermassen tro= „ cken ist, daß, wenn sie auf ein Tuch gelegt „ wird, sie dasselbe nicht mehr befeuchtet. Wenn „ sie nun so beschaffen ist, daß sie die Durchar= „ beitung nöthig hat; so siehet man sehr wohl, „ daß alsdenn der Marmor unnöthig ist, wie „ ich dieses beständig angemerket habe. Die „ Materie breitet sich über den Marmor aus= „ einander, der Läufer gleitet darüber hin und

„ thut

„ thut weiter nichts, als daß er die Oberfläche „ glatt macht, welche er berühret, ohne eine „ Vermischung zu verursachen *). Der Sal- „ peter, welcher, nachdem das Wasser ausge- „ dünstet, in Crystallen angeschossen ist, befin- „ det sich gegen die Anzahl der kleinen Theilchen „ der übrigen beyden Materien wegen annoch „ gar zu grob; da doch derselbe, wie unten „ erhellen wird, so wie diese gleich klein ge- „ pülvert seyn muß, wenn man gutes Pulver „ machen will.

„ 2) Die Art und Weise, wie das Pulver „ gekörnet wird, ist die Ursache nicht weniger. „ Denn das Feuer bringet einen Theil der Feuch- „ tigkeiten, welche mit aufgelöseten Salpeter an- „ gefüllet sind, wieder auf die Oberfläche der Kör- „ ner, welche daselbst trocken werden und bey der „ zum guten Pulvermachen nöthigen Ordnung „ der verschiedenen Theile eine Vermischung ver- „ ursachen, welche ihr gänzlich zuwider ist. „ Wenn man daher Körner von dieser Art des „ Pulvers mitten durchschneidet und sie durch „ ein Vergrösserungsglas besiehet; So erken- „ net man so gar deutlich, daß der Salpeter in „ Crystallen angeschossen ist.

„ Arten des Pulvers, welche auf diese Weise „ gemacht worden sind, haben fast gar keine „ Wirkung gethan. Als ich nun sahe, daß

 „ das

*) Man hat diesen Fehler in der neuen Art Pulver zu machen, welche zu Essone hat eingeführet werden sollen, angemerket.

„ das Abreiben auf den Marmor ein unzurei-
„ chendes Mittel war; so ließ ich diese auf eben
„ die Weise vermischten Materien eine lange
„ Zeit in einen kupfernen Mörser mit einer eiser-
„ nen Keule durcheinander stossen, und als die
„ Vermischung ziemlich steif geworden war, habe
„ ich sie sogleich in einer Trommel von Pappen-
„ deckel, bald in einer von weissen Bleche, wech-
„ selsweise gekörnet, dergestalt, daß ich die
„ Trommel bald nach der einen, bald nach der
„ andern Seite umdrehete. Auf diese Weise
„ habe ich sehr schönes und wohlgekörntes Pul-
„ ver bekommen. Als ich aber Versuche darmit
„ machte; so fand ich, daß es um die Hälfte so
„ viel Kraft hatte, als das gemeine Pulver.
„ Nachdem ich also eben diese Materien, und
„ zwar nur in eben der Menge hatte so lange
„ stossen lassen, bis das Pulver trocken gewor-
„ den war; so habe ich es nachher gekörnet, es
„ schien fast eben so, als das gewöhnliche Stück-
„ pulver, und gab auch beynahe einen eben so
„ grossen Stoß."

Aus dieser Anmerkung müssen wir nothwendig die Folge ziehen, daß die Güte des Pulvers von dem Grade der Trockenheit abhange, welche der Teig zuvor hat, ehe das Pulver gekörnet wird. Da es nun auf eine andere Weise überaus schwer seyn würde, das Pulver durchgehends gleichförmig zu körnen und zwar genau in eben dem Grade der Feuchtigkeit; so haben wir uns entschlossen, es ganz und gar nicht zu kör-

körnen und die Materie so lange zu stossen, bis sie völlig trocken war. Das Pulver wird auf diese Weise so fein und leicht, als dasjenige ist, mit welchem man sich den Kopf bestreuet.

Dieses voraus gesetzt, haben wir uns nunmehr zu der Auflösung derjenigen Fragen zu wenden, welche wir uns vorgenommen haben. Wir haben zu dem Ende folgende Versuche angestellet:

Pulver, welches den 20sten Decemb. 1754 und folgenden Tagen in einer sehr feuchten Witterung, zu dem Ende gemacht worden ist, damit man erkennen möge, wie viel Schwefel man darzu nehmen müsse.

„Ich habe in einem grossen kupfernen Mörser mit „einer eisernen Keule 48 Unzen Salpeter nebst „8 Unzen wohl zerstossene Kohlen untereinander ge„mischet. Dieses Mengsal wurde von Zeit zu Zeit „mit 6 Unzen fliessendem Wasser angefeuchtet und „zween Tage lang durch einander gestossen: es ist zu „verstehen, jeglichen Tage ungefehr 12 Stunden, und „zwar ohne Aufhören von zween Persohnen, welche „einander alle 4 Stunden ablöseten. Als nun diese „Materie ohne irgend ein anderes Mittel, als durch „das beständige Stampfen, völlig trocken geworden; „so habe ich verschiedene Stücken von derselben ge„nommen, um mancherley Arten von Pulver daraus „zu machen, auf die Weise nemlich, daß ich bestän„dig den Zusatz vom Schwefel änderte, und dieses „neue Mengsal aber etwan 7 Stunden, oder so lan„ge stossen ließ, bis es recht trocken war: darneben „aber Acht hatte, daß es beständig also mit Wasser ange„feuchtet wurde, als es die folgende Tabelle ausweiset.

Mit dem

Tafel

Vorstellung der Versuche mit mancherley Arten Pulver, in deren der Kohlen aber gleich ist. Den 20 Dec. 1754. und folgenden Ta- noch warmen, und in vorerwehntem Gewichte durch die grosse Pul-

Beobachtungen.	Sämmtliche Vermischung.	Composition eines jedweden Versuches besonders.
Das Mengsal ist so lange gestossen, bis es trocken geworden. Das Wetter war sehr feucht, welches zween Tage angehalten.	Man nehme Salpeter 3 Pfund, Kohlen von Weidenasche 8 Unzen, Wasser, 6 Unzen.	
Dieses Mengsal war 7 Stunden gestossen, um es trocknen zu können. Das Wetter war sehr feucht.	N. A Nehmet von diesem Mengsal 7 Unzen. Wasser, 5 Quintlein.	Nehmet: Salpeter, 6 Unzen. Kohlen, 1 = Schwefel, 0
Eben das.	N. B Nehmet von diesem Mengsal 7 Unzen. Schwefel, 2 Quintl. Wasser, 5 Quintlein.	Nehmet: Salpeter, 6 Unzen. Kohlen, 1 = Schwefel, 2 Qutl.
Eben das.	N. C Nehmet von diesem Mengsal 7 Unzen. Schwefel, 4 Quintl. Wasser, 6 Quintlein.	Nehmet; Salpeter, 6 Unzen, Kohlen, 1 = Schwefel, 4 Qutl.
Eben das. Die Verbrennung dieses verursachte viel Rauch.	N. D Nehmet von diesem Mengsal 7 Unzen. Schwefel, 1 Unze. Wasser, 7 Quintlein.	Nehmet: Salpeter, 6 Unzen. Kohlen, 1 = Schwefel, 1 =
Eben das. Die Verbrennung dieses verursachte noch mehr Rauch als des vorhergehenden.	N. E Nehmet von diesem Mengsal 7 Unzen. Schwefel, 2 Unzen. Wasser, 2 Unzen.	Nehmet: Salpeter, 6 Unzen. Kohlen, 1 = Schwefel. 2 =

1. Je mehr Schwefel man in diesem Versuche braucht, desto sie in ihrer Art schwerer.

2. Man muß merken, daß bey einer jedweden Ladung von einer die Ladung eingenommene Raum.

Schwefel.

I.

jeglicher das Gewicht des Schwefels verschieden, des Salpeters und
gen mit einer Unze ungetrockneten, nachher den 15 Junii 1755 an-
verprobe untersucht.

Grad des mittlern Stosses des nicht getrockneten Pulvers. Den 20 Apr. 1755 in warmen Wetter.	Grad des Stosses des in mäßiger Wärme getrockneten und annoch warmen. Den 15 Jun. 1755 in warmen Wetter.	
$7\frac{8}{12}$ Grade.	$7\frac{5}{6}$ Grade.	Salpeter, $493\frac{5}{7}$ gr. Kohlen, $82\frac{2}{7}$ gr. Summa, 576 gr.
$15\frac{2}{12}$ Grade.	$18\frac{3}{4}$ Grade.	Salpeter, $476\frac{20}{29}$ gr. Kohlen, $79\frac{13}{29}$ = Schwefel, $19\frac{25}{29}$ = Summa, 576 gr.
$15\frac{2}{12}$ Grade.	$17\frac{3}{12}$ Grade.	Salpeter, $460\frac{4}{5}$ gr. Kohlen, $76\frac{4}{5}$ = Schwefel, $38\frac{2}{5}$ = Summa, 576 gr.
$15\frac{1}{12}$ Grade.	$17\frac{10}{12}$ Grade.	Salpeter, 432 gr. Kohlen, 72 = Schwefel, 72 = Summa, 576 gr.
$15\frac{7}{12}$ Grade.	$16\frac{1}{12}$ Grade.	Salpeter, 384 gr. Kohlen, 64 = Schwefel, 128 = Summa, 576 gr.

weniger Raum nehmen die Pulver in dem Stücke ein: folglich sind

Unze die Menge des Salpeters sich ändert, folglich auch der durch

Pul-

Pulver, welches den 24 Aprill und folgenden Tagen, bey warmen Wetter, zu dem Ende gemacht ist, damit man am besten sehen möge, wie viel Schwefel genommen werden muß.

„Ich habe, gleich wie bey dem vorhergehenden Pulver, 18 Unzen Salpeter und 6 Unzen Schwefel unter einander gemischet, zerstossen, und dieses seit 24 Stunden zu zweyen wiederholten malen, ohne jedesmal zu ruhen: wobey ich denn Sorge trug, daß das Mengsal von Zeit zu Zeit mit 4 Unzen Wasser angefeuchtet wurde. Nachdem dieses Mengsal, durch die Gewalt des Stossens, ziemlich trocken geworden war; so habe ich verschiedene Theile von demselben genommen, zu deren jeglichen ich eine ungleiche Menge von Kohlen hinzugethan und dieselben von neuen, auf eben die Art, wie vorher angezeiget worden, habe durch einander stossen, und mit einer solchen Menge Wasser anfeuchten lassen, als die folgende Tabelle ausweiset.“

Nachdem ich angemerket hatte, als der Salpeter und der Schwefel sogleich mit einander durchgestossen wurden, daß diese letztere Materie gewissermassen eine Art von Firniß über dem Salpeter machte, und verhinderte, daß die Kohlen, welche zu einem jeglichen der erwehnten Theile hinzugethan wurden, sich dergestalt

genau

genau vermischen konnten, als nöthig ist, wenn man von diesen Versuchen den erwarteten Ausgang erlangen will; so hielt ich davor, ich müste alle drey Materien, welche zu dem Versuche nöthig sind, zugleich anfänglich in den Mörser thun, so wie es in der 3ten Tabelle angezeiget ist. Nachdem nun die verschiedenen Umstände, sowohl auf der einen als andern Seite auf das genaueste erwogen worden, so zeigte es sich, daß es besser sey, den Salpeter und die Kohlen sogleich unter einander zu mengen, und den Schwefel erst nachher hinzu zu thun, oder alle drey Materien, welche das Pulver ausmachen, sogleich zu vermischen: welches beydes wir in unsern Versuchen als gleichgültig bemerket haben.

Mit den Kohlen.
Tafel II.

Verzeichniß verschiedener Versuche mit solchen Arten von Pulver, in welchen die Kohlen in ungleicher Menge, die Menge des Salpeters und Schwefels aber unverändert und diese beyden Materien unter einander gestossen sind, ehe die Kohlen hinzu gekommen, welche beständig von Weidenholze genommen worden. Die Processe sind den 24 Apr. und folgenden Tagen gemacht, und man hat die Probe mit einer Unze, den 15 Jun. 1755 vermittelst der grossen Pulverprobe gemacht.

Beobachtungen.	Ganze Vermischung.	Wie viel von jedweden besonders in diesen Versuchen genommen ist.	Grade des Stosses des mäßig getrockneten, bey warmen Wetter.
Diese Materie ist 24 Stunden gestossen, um sie trocknen zu können, die Witterung war warm.	Nehmet: Salpet. 18 Unz. Schwefel, 6 " Wasser, 4 "		
Diese Materie ist 4 Stunden gestossen um sie zu trocknen. Die Luft war warm.	N. A Nehmet von vorigen Mengsal 4 Unz. Kohlen, Wasser, 4 Qtl.	Nehmet: Salpeter, 3 Unz. Schwefel, 1 " Kohlen, 0	Dieses Pulver thut keine Wirkung. Der Schwefel brennt nur allein, ohne daß der Salpeter die geringste Wirkung thut.
Diese Materie ist 5 Stunden gestossen, um sie zu trocknen. Das Wetter war warm.	N. B Voriges Mengsal, 4 Unzen. Kohlen, 2 Qutl. Wasser, $5\frac{5}{12}$ "	Nehmet: Salpeter, 3 Unz. Schwefel, 1 " Kohlen, 2 Qtl.	Wenig Wirkung.
Eben das. 6 Stunden bey warmen Wetter.	N. C Mengsal, 4 Unz. Kohlen, 4 Qtl. Wasser, 7 "	Nehmet: Salpeter, 3 Unz. Schwefel, 1 " Kohlen, 4 Qtl.	$13\frac{1}{3}$ Grade.
Eben das. 7 Stunden bey warmen Wetter.	N. D Mengsal, 4 Unz. Kohlen, 1 " Wasser, $\frac{1}{12}$ "	Nehmet: Salpeter, 3 Unz. Schwefel, 1 " Kohlen, 1 "	Sehr wenig Wirkung.
Eben das. 7 Stunden bey warmen Wetter.	N. E Mengsal, 4 Unz. Kohlen, 2 " Wasser, 2 "	Nehmet: Salpeter, 3 Unz. Schwefel, 1 " Kohlen, 2 "	Eben so.

Mit den Kohlen.

Tafel III.

Zweyter Versuch mit solchen Arten von Pulver, welche aus einer verschiedenen Menge Kohlen bestehen, mit diesem Unterschiede, daß der Schwefel, Salpeter und Kohlen zugleich anfänglich unter einander gestossen sind. Als man bemerkt hat, daß hieraus ein grosser Unterschied entstehe; So sind diese Pulver den 6 May und folgenden Tagen 1755 gemacht, und den 5 Jun. in eben dem Jahre mit einer Unze, vermittelst der grossen Pulverprobe untersucht.

Beobachtungen.	Composition eines jeglichen dieser Versuche.	Grade des Stosses des gelinde getrockneten und noch warmen.
Dieses Mengsal ist 7 Stunden gestossen, um es zu trocknen. Bey warmen Wetter.	N. 3 A Nehmet Salpeter, 6 Unzen. Schwefel, 2 = = Wasser, 2 = =	Dieses Pulver hat fast keine Wirkung. Der Schwefel brennt, ohne das der Salpeter einige Kraft äussert.
Ist $7\frac{1}{2}$ Stunde gestossen. Bey warmen Wetter.	N. 3 B Salpeter, 6 Unzen. Schwefel, 2 = = Kohlen, 4 Qutl. Wasser, 3 = =	$8\frac{4}{12}$ Grade.
8 Stunden gestossen. Bey warmen Wetter.	N. 3 C Salpeter, 6 Unzen. Schwefel, 2 = = Kohlen, 1 = = Wasser, 4 = =	$15\frac{1}{2}$ Grade.
Eben das.	N. 3 D Salpeter, 6 Unzen. Schwefel, 2 = = Kohlen, 2 = = Wasser, 6 = =	$10\frac{9}{12}$ Grade.
Eben das.	N. 3 E Salpeter, 6 Unzen. Schwefel, 2 = = Kohlen, 4 = = Wasser, 9 = =	Zerflossen ohne einigen Knall.

Das Wasser ist zu diesen Arten der Pulver immer nach und nach hinzugegossen, damit die Masse desto besser trocknen möchte.

Man

Man hat noch keine Versuche gemacht, so wie es der dritte Fall erfordert, daß man nemlich die Menge des Schwefels und der Kohlen unverändert liesse, und hingegen den Zusatz von Salpeter beständig änderte. Weil mir die Mittel hierzu gemangelt haben, so sind diese Versuche annoch übrig anzustellen, wodurch denn zu denen drey vorhergehenden Tabellen, welche wir eben gesehen haben, die vierte hinzu kommen wird.

Herr Hales in seiner Statick der Gewächse, S. 158. hat gewiesen, daß ein halber Cubic-Zoll Seewasser 64 Cubic-Zolle Luft enthalten: welches uns denn aufmerksam gemacht hat, ob vielleicht diese Materie in dem Pulver so sehr schädlich sey, als man beständig geglaubt hat. Unsere Versuche, welche wir, was diesen Punkt betrifft, angestellet, haben uns überführet, daß die gemeinen Berichte gar wohl gegründet seyn, und daß, nachdem man die Menge dieses Salzes vermehret, das Pulver gar merklich seine Kraft verliehret. Die wenigen Versuche, welche wir dieserhalb angestellet haben, sind in der dritten Tabelle mit angezeiget, allwo man sie nachsehen und beurtheilen kann.

Nachdem diese Arten von Pulver, ehe man sie probirte, gelinde getrocknet worden, so habe ich bemerkt, daß sie sehr dichte und hart geworden. Diejenige Feuchtigkeit, welche dieses

Salz

Salz an sich zu ziehen gewohnt ist, hat leicht das Pulver in seine Bestandtheile auflösen können. Folglich ist auf gleiche Weise noch auszumachen, ob die Schwächung der Gewalt dieser Pulver von dem Zuthun des Seesalzes herkomme, oder von der Menge des ausgedünsteten Wassers, welches das Pulver in seine Bestandtheile auflöset.

Tafel IV.

Versuche, welche mit verschiedenen Arten Pulver den 6 und 7 May mit einer Unze desselben gemacht, und den 15 Jun. 1755. vermittelst der grossen Pulverprobe, untersucht worden sind, damit man die Wirkung des unter dem Pulver befindlichen Seesalzes erfahren möchte.

Beobachtungen.	Ganze Vermischung.	Wie viel von einer jedweden Materie besonders genommen werde.	Stärke des Stosses des mäßig getrockneten Pulvers in warmen Wetter.
Die Materien werden so lange gestossen, bis sie trocken geworden. Die Witterung war zween Tage ziemlich feucht.	Nehmet Salpeter 3 Pfund. Weidenkohlen, 8 Unzen. Wasser, 6 Unz.		Man sehe die vorhergehende Tabelle.
Diese Materie ist 7 Stunden gestossen, damit sie trocken würde. Die Witterung war unbeständig.	N. F Nehmet von diesem Mengsal, 7 Unzen Schwefel, 1 Unz. Geläutert Meersalz, 4 Gran. Wasser, $1\frac{1}{2}$ Unz.	Nehmet: Salpeter, 6 Unz. Kohlen, 1 Unze. Schwefel, 1 Unz. Seesalz, 4 Qutl.	$13\frac{1}{3}$ Grad.
Eben das.	N. G Von diesem Mengsal, 7 Unzen. Schwefel, 1 Unze. Seesalz, 1 Unz. Wasser, $1\frac{1}{2}$ =	Nehmet Salpeter, 6 Unzen. Kohlen, Schwefel, Seesalz, } 1 Unze	Fast ohne Wirkung.

Bevor ich das Capitel von dem Pulver schliesse, scheint es nöthig zu seyn, daß ich die Beobachtungen, welche der Herr **Beaume** mit den Salpeter angestellet hat, annoch beybringe, wie auch, was die Zubereitung verschiedener Arten von Kohlen betrift, mit welchen ich mancherley Versuche unter dem Pulver angestellet habe, die ich aber gegenwärtig, um die öftern Wiederholungen zu vermeiden, hier nicht auseinander setzen will.

Derjenige Salpeter, welchen man gemeiniglich zu dem Pulvermachen gebraucht, ist nicht so reine, als man ihn verlangen kann: Denn er richtet sich nemlich nach den Veränderungen der Luft; wenn diese feucht ist, so nimmt er die Feuchtigkeit derselben an, wird sie hingegen wieder trocken, so trocknet auch der Salpeter wieder: welches von der sehr schlechten Bearbeitung derer, die ihn machen, herkommt. Der dreymal gekochte Salpeter, welchen man in dem Zeughause zu Paris verkauft, ist in gar grossen Theilen in Crystallen angeschossen, er hat in den Zwischenräumen dieser seiner verworrenen Anschiessungen, eine ziemliche Menge Wasser, welches mehr alkalisch, als mittelsalzig ist. Wenn dieses Wasser trocken und auf gewisse Weise in den Salpeter eingeschlossen ist, so ist es auch zugleich mit denen übrigen Materien, welche das Pulver ausmachen, mit verbunden, welches Pulver denn, eben dieser Ursache wegen, die Feuchtigkeiten der Luft viel eher

an sich ziehet, als wenn es von einem solchen Salpeter gemacht wäre, welcher dergleichen alkalisches Wasser nicht bey sich führet, so der Beschaffenheit des Salpeters zuwider ist. Dieses wird eine von den vornehmsten Ursachen seyn, warum einige Arten des Pulvers viel eher verderben, als die andere, sintemal jene denen Feuchtigkeiten auf der See dadurch vielfältig ausgesetzt sind, und solche an sich ziehen, wenn sie unten in die Schiffe gebracht werden.

Ein anderer Fehler, welchen ich auf Seiten des Salpeters annoch bemerkt und anzuführen habe, bestehet darinnen: Als ich eine grosse Menge desselben einstens reinigte, habe ich, welches gewiß von einer nicht weniger übeln Folge seyn kann, unter einer Menge von 100 Pfunden Salpeter, ohngefähr eine halbe Unze Kiessand gefunden, in welchen einige Steinchen von der Grösse waren, daß sie schon eine Feuersbrunst in der Pulvermühle hätten erregen können. Ich begab mich daher in das Zeughaus, damit ich erfahren möchte, auf was Weise diese so schädliche Materie unter denjenigen Salpeter käme, aus welchen das Pulver gemacht wird. Ich bemerkte, daß es sehr leicht sey, diesem Fehler vorzubeugen, wenn man nemlich die Arbeiter in den Salpetersiedereyen nur anhielte, daß sie die Salpeterlauge durch ein härenes Sieb, oder von Weiden geflochtenen Korb, vorher laufen liessen, oder endlich durch ein kupfern Sieb, in welchen die Löcher so groß sind, als in denen, in welchen

chen man Erbsen oder Linsen durchschlägt. Wenn man ferner darauf bedacht wäre, daß der Salpeter besser in Crystallen anschösse, als gewöhnlich ist; so würde dadurch dem ersten Fehler, dessen ich Erwehnung gethan habe, gutentheils abgeholfen seyn. Dieses aber würde auf die Weise geschehen können, wenn man das flüßige Wesen nicht so sehr concentrirte, nachher eine Menge der angeschossenen Crystallen wegnähme, wie man sie aus dem Becken zu nehmen gewohnt ist. Indem also der Salpeter besser angeschossen ist; so wird er auch dieses Seewasser eher von sich träufeln lassen. Diese Mittel, welche ich hier vorschreibe, machen einen grossen Theil derjenigen vorzüglichen Gegenstände aus, welche man in Betracht zu ziehen hat, wenn gutes Pulver gemacht werden soll; sie sind auch nicht vermögend, die Kosten zu vermehren, welches man, wenn der Proceß im Grossen gemacht wird, jederzeit wohl zu beobachten hat.

Gegenwärtig ist noch übrig, daß ich von den Kohlen rede. Wir haben bey denjenigen Versuchen, welche wir gemacht haben, angemerket, daß es gleich viel sey, von was vor einer Art die Kohlen wären. Man könnte sich aller derjenigen Arten zum Pulvermachen bedienen, welche aus harten Holze, als Buchsbaum, Franzosenholze u. d. gl. oder aus andern leichten Gewächsen, als z. E. dem Marke aus dem Hollunder, dem Hollunder- oder Pantoffelbaume, gebrannt sind; sintemal wir bemerkt haben,

daß diese gleiche Wirkung thun. Um aber desto genauer in unsern Versuchen zu Werke zu gehen, so haben wir keine andern als solche Kohlen gebraucht, welche aus Weidenholze gebrannt sind. Diese Art Kohlen ist auf eben die Weise zubereitet, welche der Herr **Hellot** *) angiebt. Ich füllete einen grossen eisernen Topf mit 8 Pfunden Weidenholze, welches recht trocken war, an, woraus ich 1 Pfund 11 Unzen und 2 Quintlein Kohlen erhielt.

Diese Versuche beweisen übrigens, daß die geringste Veränderung in der Bearbeitung einen viel grössern Unterscheid der Kraft des Pulvers verursachet, als eine merklich grössere Aenderung der Verhältnisse der Materien, woraus es bestehet. Die Körnung gehet besser von statten, wenn der Teig feucht ist; je feuchter dieser aber ist, desto schlechter ist das Pulver. Aus diesen Ursachen also habe ich meine Versuche mit lauter solchen Pulver angestellet, welches gar nicht gekörnet ist. Ferner ist es auch nicht gleich viel, ob man den Salpeter und Schwefel sogleich unter einander menget und nachher die Kohlen hinzu thut; dasjenige Pulver ist vor das beste zu halten, welches am wenignigsten Schwefel hat, im Falle dieses recht ausgetrocknet und wohl verwahret worden; da hinge-

*) Zwey Unzen Mark vom grünen Hollunderbaume haben mir zwey Quintlein Kohlen gegeben: was ich von andern Holzarten bekommen, habe ich nicht gewogen.

gegen, wenn es vielen Schwefel bey sich hat, so hält es sich trockener, und hat hierinnen den Vorzug vor derjenigen Art, welche wenigen Schwefel bey sich hat.

Die Grösse der Körner hat keinen Einfluß in die Güte des Pulvers. Es ist ein falscher Grundsatz, daß diejenige Art des Pulvers die beste sey, welche die reinste ist, oder welche am wenigsten beschmutzet, wenn man sie angreift.

Wenn alle übrigen Umstände gleich sind, so ist das Gegentheil wahr.

Das Seesalz ist dem Pulver sehr schädlich; nichts destoweniger getraue ich mich zu behaupten, daß, wenn dieses Pulver im balneo maris getrocknet und zu einem Klumpen gemacht worden wäre, dasselbe alsdenn Feuchtigkeit gegnung hätte, und dadurch von eben der Beschaffenheit seyn könnte, wie dasjenige Pulver, welches sehr feucht gekörnet wird.

Dieses ist es also, was ich in diesem Theile der Artillerie habe leisten können. Ich glaube, daß ich nunmehr gehalten sey, in der Folge dieses Capitels, meine Beobachtungen, die Geschwindigkeiten der Entzündung des Pulvers betreffend, beyzubringen.

*) Ich habe an zwo Rinnen nach ein ander Feuer gelegt; eine war 576 Fuß, und die andere 384 lang. Die erstere war 8 Linien weit und

*) Diese Versuche sind den 14ten Octob. 1751 gemacht.

gegen 4 deren tief, die andere gegen 4 Linien weit und von eben der Tiefe. Ich habe gefunden, daß das Feuer 75 ½ Secunde Zeit brauchte, die erstere Rinne zu durchlaufen, und 70 ½ Secunde mit Durchlaufung der andern zubrachte: welches denn die Verhältniß der Zeit der Entzündung dieser beyden Rinnen von gleicher Länge angab, nemlich wie 5 zu 7. Die Richtigkeit dieser Verhältniß noch besser zu zeigen, so wiederholte ich eben diesen Versuch mit zwo Rinnen von 136 ½ Schuhen, mit Beybehaltung der vorigen Masse, und ich fand, daß das Feuer 18 Secunden Zeit zubrachte, diejenige von 8 Linien weit durchzulaufen, und bey der, welche 4 Linien weit war, 25 ½ Secunden nöthig hatte: welches abermal die Verhältniß wie 5 zu 7 bestätiget. Man siehet wohl, daß dieses ein zwar merklicher Unterscheid von demjenigen ist, was der grösseste Theil der Verfasser der Artillerie unserer Zeiten haben wollen. Denn, nach ihrer Meynung, müsten diese Zeiten einander gleich seyn. Die Rinnen, von welchen ich oben geredet habe, waren aus horizontalliegenden Latten von 12 Schuhen lang gemacht, deren jegliche ihre Rinne, nach dem Maasse, wie oben erwehnet worden, hatte: nemlich eine 8 Linien breit und 4 deren tief; Die andere 4 Linien breit und eben so tief. Diese Latten stiessen mit ihren Enden zusammen, dergestalt, daß die Rinnen aneinander passeten. Sie wurden sehr genau mit Pulver angefüllet, und,

ver-

vermittelst einer Secundenuhr, beobachtete man sowohl den Anfang des Feuers auf das genaueste, wie auch das Ende desselben. Als man nachher ferner wissen wollte, ob das Pulver, wenn es eingeschlossen wäre, sich geschwinder oder langsamer entzündete; so ließ ich eine Rinne von 136 Fussen lang, 4 Linien weit und etwan 4 Linien tief machen. Darauf bedeckte ich sie, und legte nur blosse Latten darauf, und ich fand, daß, ob gleich die Flamme zwischen den beyden Latten ziemlich stark allenthalben durchfuhr, das Feuer nicht länger als $7\frac{1}{4}$ statt $25\frac{1}{2}$ Secunden, welche es in freyer Luft nöthig hatte, zubrachte, welches denn eine fast vierfache Geschwindigkeit giebt.

Es ist hier aus dieser Erfahrung ganz natürlich zu behaupten, daß das in denen Schießgewehren viel genauer eingeschlossene Pulver eine so schleunige Geschwindigkeit erlanget, daß man solche ansehen kann, als ob sie in einem Augenblicke geschähe: ob dem gleich nicht also ist, wie der folgende Versuch zeiget.

(Taf. II. Fig. 5.) Ein kleines Stück oder vielmehr ein Lauf von 7 Zollen lang und $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, vollkommen cylindrisch und an beyden Enden offen, hatte, statt einer Kugel, einen Cylinder zween Zolle lang und genau von eben dem Durchmesser. Dieser Cylinder war in der Achse durchbohret, von einem Ende bis an das andere, nach einer Weite von 4 oder 5 Linien im Durchmesser. Von der

Mitte seiner Oberfläche war, bis auf das eben erwehnte Loch ein Zündloch gebohret. Das Stück hatte in der Mitte seiner Länge gleichfalls eben eine solche Oefnung, und neben dieser zwey andere Löcher, welche von jenem gleich weit entfernet, und genau von einander, um die halbe Dicke der Kugel, in unserm Falle, und um die Hälfte der Länge des erwehnten Cylinders, entfernet waren. Um nun den Versuch zu machen, so wurde das Stück auf folgende Weise geladen: Man füllete das Pulver in die Hölung der Kugel, nachher ließ man sie in das Stück laden, so weit nemlich hinein, daß ihr Zündloch und das mittlere Zündloch des Stückes genau auf einander passeten. Man ladete darauf das Stück von beyden Seiten mit einer Ladung von gleicher Schwehre. Man setzte auch auf beyden Seiten einen gleichen Pfropf von Scheer-Wolle, Hutfilz oder Papier darauf, welcher mit einem Schusterkneif genau rund war geschnitten worden. Man that das Zündkraut auf und steckte das Canon da, wo es in der Mitte die Oefnung hatte, an. Auf diese Weise entzündete das Feuer, vermittelst des in der Kugel befindlichen Pulvers, beyde Ladungen zugleich, weil ihre Entfernungen von dem Orte, wo angesteckt wurde, gleich waren. Weil nun also hierdurch gegen die Kugel sowohl nach der einen als andern Seite mit gleichen Kräften gewürket wurde, so muste sie nothwendig in der Mitte liegen bleiben und konnte ihre vorige Lage

ge nicht ändern: welches auch würklich also erfolget ist. Indem aber auf diese Weise einander alles gleich war, so steckte man das Canon an der einen Seite an, statt ihm in der Mitten Feuer zu geben, und man bemerkte, daß die Kugel mit einer grossen Gewalt nach der Seite getrieben wurde, welche der entgegen lag, wo man es ansteckte. Eine Erfahrung, welche auf eine unleugbare Weise darthut, daß das Pulver eine gewisse Zeit nöthig hat, ehe es sich entzünden kann, und daß diese Zeit schon hinreichend ist, eine Würkung hervorzubringen, deren Grösse in Betracht gezogen werden kann und sinnlich genug ist. Denn man siehet, daß diejenige Zeit, während welcher das Feuer durch die Mitte der Kugel gehen und die Ladung auf der andern Seite anzünden kann, schon so lang ist, daß die Kugel eher heraus getrieben ist, als die andere Ladung angesteckt wird.

Von dem Canon und Metalle.

Wenn ich hier alle diejenigen Anschläge erzählen wollte, welche man dieserwegen gegeben hat, so würde der Versuch hiervon weitläuftiger werden, als das ganze Werk, welches ich zu liefern Willens bin. Es mag folglich genug seyn, wenn ich erinnere, daß man hier auf viele seltsame Dinge gefallen und Canonen von allerley Materien, als Holz, Leder und dergleichen gemacht hat, und das, was bey der Sache

am

am meisten zu bewundern scheint, bestehet darinnen, daß man dergleichen Stücke würklich zu Stande gebracht hat. Die Schweden, welche sich deren bedienet, haben vermittelst derselben so gar einen Ort weggenommen. Es sind diese Canonen, so viel man mich versichert hat, noch vorhanden: Die Seele ist von Kupfer, mit Leder mehrere male überwunden und auf diese Weise verstärkt. Ich werde mich aber von keinen andern Materien zu reden einlassen, als von solchen, deren man sich gemeiniglich bedienet, als da sind das gegossene Eisen, das geschmolzene Metall, und zuweilen geschmiedetes Eisen. Der Fehler, welchen man gemeiniglich bey dem gegossenen Eisen anmerket, bestehet darinnen, daß sich gewisse hole Stellen mitten in diesem Metalle befinden, wodurch die Stücke gar merklich geschwächet werden. Uebrigens ist auch dieses Metall sehr spröde, und erfordert eine grosse Menge von Materie, wodurch denn das Canon sehr schwer und zu der Bewegung mit den Händen ungeschickt wird, sowohl, was die Verfertigung als den Gebrauch desselben betrifft. Man giebt vor, es sey dieses ausnehmende Gewicht unumgänglich nothwendig, welches indessen untersucht zu werden verdiente, vornemlich, seit dem man sich gegenwärtig entschlossen hat, die Canonen voll ausgiessen zu lassen, welches erstere denn eben so viele Mühe zu entdecken nicht kosten würde, sintemal der Herr Destriches, Capitain der französischen Schmiede, zween Cylinder

linder einer Bleypresse hat ausbohren lassen, welche von gegossenem Eisen sind und länger als 40 Jahr in England darzu gedienet haben, daß man mit ihnen die Walzen und Röhren zu Schießgewehren gebohret hat. Wenn man aber die äussere Fläche des gegossenen Eisens durchschnitten hat, welche bekanntermassen der härteste Theil ist; so kann man sich leicht vorstellen, daß auch das inwendige Eisen sich werde schneiden oder bohren lassen. Diese Anmerkung soll zu weiter nichts dienen, als nur zu zeigen, daß wir tausend Dinge vor Augen haben, welche sehr nützlich seyn könnten, wenn man nur ihre Anwendung verstünde, oder, wenn man so reden kann, diejenige Kunst, durch welche sie gemacht worden sind, auch bey solchen Dingen anwenden könnte, welche noch nicht nach derselben verfertiget worden sind. Nachdem man z. E. einmal ein Stück von Kupfer, welches voll ausgegossen worden, gebohret hat, so hat man eben so viel Einbildungskraft nicht gebraucht, auf gleiche Weise zu versuchen, ein vollgegossenes Canon von Eisen zu bohren. Man könnte, was dieses gegossene Eisen betrifft, mit demselben mancherley Versuche anstellen: man könnte sich z. E. zuerst bemühen, ihm das schlackenartige Wesen, (laictier) als die Ursache seiner Härte und Sprödigkeit, zu benehmen. Diese Schlacken sind eine Art halb in Glas verwandelten Metalles. Wenn man es dahin bringen könnte, dieses von dem gegossenen Eisen abzuson-

sondern, so würde solches wahrscheinlicher Weise eben so weich werden als das geschmiedete. Die Art, wie das Eisen feiner und geschmeidiger gemacht oder geläutert wird, scheinet uns auf die Untersuchungen zu leiten, welche man dieserhalb anstellen müste. Denn es ist bekannt, daß, wenn das gegossene Eisen, welches man daher den Guß (gueuse) nennet, so lange im Feuer gewesen ist, bis es halb in den Fluß gebracht oder glüend worden, darauf unter dem Hammer kommt und in Stäbe geschmiedet wird, so gehet während dem Schmieden eine flüßige Materie, durch die Schläge mit dem Hammer, heraus, worauf denn das übrige Eisen ziemlich weich wird. Die Untersuchungen also, welche man anzustellen hätte, würden etwan diese seyn. 1) Ob dieses flüßige Wesen ein durch die heftige Hitze in Glas verwandeltes Eisen, oder eine ganz fremde und von dem Eisen verschiedene Materie sey? 2) Ob dieselbe von einer grössern eigenthümlichen Schwere sey, als das Eisen, wenn beyde Materien im Flusse stehen: im Falle sie leichter als Eisen befunden wird, so mag sie Eisen seyn oder nicht, so wird man allemal machen können, daß sie oben schwimmet, wenn man nur die Flüßigkeit des Eisens vermehret; sollte aber im Gegentheile erhellen, daß die Schwere dieser Materie von der Schwere des Eisens eben nicht sonderlich verschieden sey, würde man alsdenn nicht Mittel finden können, sie,

vermittelst des Druckes oder Schlagens, aus dem Eisen heraus zu bringen?

Von dieser Beschaffenheit sind beynahe diejenigen Punkte, welche ich in der Anstellung meiner Versuche beobachten würde, in der Ueberzeugung, daß, wenn ich das Werk selbst angriffe, sich schon Mittel und Wege zeigen würden, diese Untersuchungen glücklich zu vollenden.

Die Fehler, welche sich sowohl bey dem Gusse, als der Composition des Metalles, so hierzu gebraucht wird, befinden, kommen überhaupt auf drey Stücke an.

Anfänglich bestand die Vermischung, woraus die Canonen gegossen wurden, aus 100 Pfunden sogenannten rothen Kupfer, aus welchen das Schwedische Geld geprägt wird, und 10 Pfunden Zinn. Ich habe aber niemals unmittelbare Versuche gesehen, bey welchen man diese Verhältniß zum Grunde gelegt hätte. Denn man muß erwägen, daß die ungemeine Hitze des Kupfers, wenn es im Flusse ist, das Zinn in Kalk verwandelt: man muß ferner betrachten, daß, wenn das Kupfer bereits wieder erkaltet und hart geworden, das Zinn noch eine geraume Zeit im Flusse stehet, und daher die Theile des Zinnes von dem bereits erkalteten Kupfer eingeschlossen seyn; daß dieses entweder ein noch fliessendes oder in Kalk verwandeltes Zinn, und zwar nach der vorerwähnten Verhältniß, mit dem Kupfer zusammen gesetzt, und folglich die Trennung dieser Materien von einander,

ander, vermöge der von dem Pulver, welches den zweyten Gegenstand unserer Betrachtungen ausmacht, durch das Feuer hervorgebrachten Feuchtigkeit, überaus leicht sey. Daß endlich ein Artilleriestück durch den Gebrauch ungemein erhitzt und inwendig in demselben das Zinn in Fluß gebracht werde *); so siehet man wohl, daß ein solches Stück mit einem kupfernen Schwamme, voll von flüßigen Zinne, zu vergleichen sey, und die Stärke und Dauer eines mit solcher Heftigkeit angegriffenen Stückes, vornemlich in Belagerungen, ungemein vielen Abgang leidet.

Daher müste man darauf bedacht seyn, eine Art Metall zu erfinden, welches entweder gar nicht, oder doch nicht so leicht, durch die von dem entzündeten Pulver entstandene Feuchtigkeit aufgelöset werden könnte, übrigens aber, was das Giessen betrift, nicht mehrere Schwürigkeit verursachte **). Diese Erfahrungen sind aber kostbar und verdienen die Aufmerksamkeit des Staats. Ein blosser Giesser wird diese Art

*) Die Gewohnheit, wie man das Kupfer vom Zinne zu sondern pflegt, zeigt offenbar, daß das Zinn in den Oefnungen des Kupfers schmelze, ohne daß dieses in den Fluß kommt.

**) Die Stücken werden aufgelößt durch die von dem entzündeten Pulver entstandene Feuchtigkeit, weil diese in das innerste des Canons eindringet und wieder auf dessen Oberfläche sichtbar wird. Daher sagt man alsdenn, daß das Canon schwitzet.

Art der Zusammensetzung des Metalles, wo es nicht etwan von ohngefehr geschiehet, nicht finden; sondern es wird ein Mann darzu erfordert, welcher sich in der Metallurgie wohl umgesehen hat, und von welchem man dergleichen zuverläßig erwarten kann. Die beyden Herren **Moore** und **Stark** wollen indessen eine Composition gefunden haben, welche diesen unsern Forderungen ein Genügen leisten soll.

Man hat auch versucht, Canonen von geschmiedeten Eisen zu machen: man ist aber bis gegenwärtig in diesem Verfahren noch nicht sonderlich weit gekommen, in so ferne nemlich, daß man zu einem allgemeinen Gebrauche dieser Canonen sollte gelanget seyn. Doch sind diese nicht gar zu glücklich von statten gegangene Versuche keinesweges von der Art gewesen, daß man Ursache haben sollte, ganz und gar an einem bessern Erfolge zu verzweifeln. Es ist unstreitig, daß, wenn man Canonen von geschmiedeten Eisen machen könnte, diese sehr viel leichter seyn würden, als diejenigen, welche man gegenwärtig hat: und eben diese Leichtigkeit ist, ohne Zweifel, das, wornach man in der Artillerie am meisten zu trachten hat, sowohl zu Wasser als zu Lande. Die grösseste Schwührigkeit bey den geschmiedeten Canonen bestehet darinnen, daß man das Eisen, vermittelst des Hammers, zusammen schmieden oder fügen muß. Denn, indem man das Stück öfters an das Feuer bringt, und dasjenige, was man zu je-

demmale anschmiedet, nur wenig ist; so verzehret öfters das Feuer eben so viel wieder, als durch das Anschmieden daran gesetzt worden ist, wodurch den das Werk sehr langsam von statten gehet und kostbar wird. Setzt man aber zu jeglichem male grössere Theile an, so wird das Zusammenschmieden schwerer, es bleiben auch Zwischenräume, in welchen sich Luft befindet, zwischen den zusammengefügten Theilen, welche durch keine Gewalt des Hammers können zugeschlagen werden. Dem ohngeacht aber scheinen diese Hindernisse nicht ganz und gar unüberwindlich zu seyn. Denn man könnte vielleicht, an statt dessen, daß man die verschiedenen Stücke von Eisen zusammen schmiedete, sie mit Kupffer zusammen löten, welches eben so stark seyn würde, als das zusammenschmieden*). Ein anderer Einwurf, welchen man wider das geschmiedete Eisen macht, bestehet darinnen, daß es dem Roste ausgesetzt ist. Ich habe aber vor einigen Jahren ein geschmiedetes Stück gesehen, welches mit Kupfer überzogen, und mit diesem dergestalt genau verbunden war, als wenn beyde eine Masse gewesen wären. Der Herr **Hannoteau** thut den Vorschlag, Canonen von allerley Calibern auf folgende Weise zu machen. Es ist auch gewiß, daß dasjenige, was ich hiervon gesehen habe, mich glaubend macht, daß diese Ver-

*) Man wird am Ende dieses Werkes einige Gründe beygebracht finden, welche diese Begriffe bestätigen werden.

Verfertigung der Stücke sehr leicht sey. Man siehet ohne Schwührigkeit gar bald ein, was man hiervon, in Ansehung der Leichtigkeit, von welcher wir oben geredet haben, vor Vortheile erlangen würde, und vielleicht ist dieses eben der Ort, solche allhier aus einander zu setzen, so wahrscheinlich es auch immer seyn mag, daß man uns hierinnen widersprechen wird. Denn man giebt vor, daß solche Canonen, welche leichter und dabey von eben der Länge sind, wie diejenigen, welche wir gegenwärtig haben, zu sehr zurück weichen würden, wenn man sie lösete. Es sind aber vornehmlich zween Einwürfe, welche man uns macht: der erstere, wie gesagt, daß das Canon zu heftig zurück prallen, und der zweyte, daß die Kugel von ihrer Geschwindigkeit verliehren werde. Denn es ist gewiß, daß, wenn die Materie des Canons gar sehr viel mehr beträgt, als die Materie der Kugel, die Stärke des Zurückstosses sich beynahe umgekehrt verhalten werde, wie das Gewicht des Canons, und folglich wird es mit der Grösse oder Gewalt des Stosses des Canons gleiche Bewandtniß haben. Kann derjenige Einwurf, der von der Erschütterung, welche die platten Fahrzeuge oder Schiffe, die eine dergleichen Artillerie führen, leiden, hergenommen ist, wohl von einer grössern Wichtigkeit seyn? Wenn aber die Lavetten gehörig genau gemacht sind, daß nemlich die Zapfen keinen Spielraum haben, welches eben so schwer zu bewerkstelligen nicht ist;

so wird der Stoß über dem Verdecke oder gegen das Schiff, sich ohngefähr gerade wie die Geschwindigkeit, oder umgekehrt, wie die Masse verhalten; wenn man also auf diese Weise das Canon auf der Lavette befestiget; so wird alle Unbequemlichkeit des Stosses wegfallen. Der zweyte von diesen Einwürfen bestehet darinnen, daß die Geschwindigkeit der Kugel vermindert würde: dieser aber wird von eben der Beschaffenheit seyn, als der, dessen ich oben Erwehnung gethan habe. Was nun eine leichte Artillerie ferner anbetrift, so braucht man zu derselben weniger Leute, Pferde, Lebensmittel und Futter. Ferner sind die Vortheile derselben zweyfach: 1) werden dadurch die Kosten erspahret, 2) kann man mit derselben öfters solche Dinge ausrichten, welche sonst unmöglich bewerkstelliget werden können: Dieses sind ausnehmende Vorzüge, welche man nicht hoch genug schätzen kann.

Die leichte Artillerie ist besonders in dem Seewesen sehr vorzüglich. Denn die Schiffe von der ersten Grösse haben den Fehler, daß die unterste Reihe ihrer Canonen nicht selten unter Wasser gehet; dergleichen mit der leichten Artillerie nicht geschehen kann. Ja, was noch mehr, der Schwerpunkt der Schiffe wird durch sie mehr unten hin gebracht, welches auch über dieses ein ansehnlicher Vortheil ist. Daher kann es nicht anders als seltsam scheinen, daß man sich genöthiget siehet, dergleichen offenbare Wahrheiten ferner zu beweisen: es ist aber un-

ter allen menschlichen Vorurtheilen dasjenige Uebel, durch welches man vor die alten Gewohnheiten eingenommen ist, am allerschwersten zu heilen.

Ein anderer Fehler der Artillerie, von gegossenen Metallen, betrifft die Stärke. Der Herr **Hannoteau** merket an, daß diejenigen Artilleriestücken, welche von einerley Gusse sind und einerley Abmessungen haben, nichts destoweniger merklich in ihrem Gewichte verschieden sind. Dieser Unterscheid, sagt er, kommt von nichts andern her, als von den innerlichen Höhlungen oder Blasen, welche sich in diesen Stücken befinden, und welche man nicht sehen kann. Indessen wird dem Stücke dadurch viel Nachtheil verursachet. Der dritte Fehler ist die Dauerhaftigkeit. Die Artillerie ist von gegossenem Metalle oder gegossenem Eisen; die Erstere Art ist gemeiniglich aus den beyden Metallen, dem Kupfer und Zinn, gemacht. Wenn man nun ein Stück dauerhaft haben will, so muß es auf die Weise geschehen, daß alle Theile desselben gleiche Gewalt auszustehen haben: eben so muß auch die Composition von der Beschaffenheit seyn, daß so wenig die Erhitzung, welche durch das häufige Schiessen verursachet wird, als das aus der Entzündung des Schießpulvers entstehende flüßige und auflösende Wesen auf einen Theil des Metalles stärker würket, als auf den andern: und die Erfahrung zeigt zur Gnüge, daß die Zusammensetzung von Kupfer und Zinn

bey weitem nicht vermögend ist, diesen Forderungen ein Genügen zu leisten. Denn das Zinn kommt durch einen viel geringern Grad der Hitze, wie wir solches bereits angemerket haben, eher in den Fluß, als alle andere Metalle, das Kupfer aber erfordert schon einen gar starken Grad der Hitze: das Zinn schmelzt und zerfließt, und das Kupfer verhält sich indessen wie ein Schwamm. Die Feuchtigkeit, welche das Pulver hervor bringet, dringet inwendig in die kleinen Löcher, und durch die Gewalt des Schusses bricht sie wieder auf der Oberfläche hervor: woher man denn sagt, daß das Canon schwitze. Diese Begebenheit folgt gemeiniglich auf ein geschwindes und lebhaftes Feuer. Und eben dieses ist auch die Ursache, weswegen man, in Belagerungen gemeiniglich, um diese Ungemächlichkeiten zu verhindern, eine gewisse Anzahl Schüsse täglich vor die Canonen fest setzt. Die eisernen Stücken haben zwar diesen Fehler nicht, aber anstatt dessen einen andern, welcher wichtiger ist als dieser, und solches ist der Rost. Indem durch diesen die Weite des Stückes merklich grösser wird, so nimmt die Stärke oder Dicke desselben ab: dergestalt, daß man im letzten Kriege mit Verwunderung bemerkt hat, wie 24 pfündige Canonen, welche 5 Grade erhaben gewesen und 8 bis 900 halbe Ruthen (Toises) getragen, nachher aber nicht weiter als 400 oder öfters noch weniger dergleichen halbe Ruthen geschossen haben: wodurch denn der genaue

Gebrauch der Stücke nothwendig irrig wurde. Man hat sich daher öfters genöthiget gesehen, 18 pfündige Canonen mit 24 pfündigen Kugeln zu laden und die übrigen Stücke gar nicht zu gebrauchen.

Diejenigen Canonen, welche der Herr **Hannoteau** vorschlägt und die von geschmiedeten Eisen sind, werden leichter seyn und eben so viel Wirkung thun; will man aber eben das Gewicht beybehalten, so sind sie ungleich stärker. Er leistet also dadurch beyden Absichten, welche man bey der Artillerie haben muß, ein Genügen. Der Unbequemlichkeit aber, welche der Rost verursachet, entgehet er dadurch, indem er die Canonen mit Kupfer überziehen lässet, welches Verfahren er, seiner Aussage nach, so oft wiederholen kann, als er will.

Das einzige Beyspiel, welches wir haben antreffen können, und welches einigermassen des Herrn **Hannoteau** seiner Ueberziehung der Canonen mit Kupfer gleich kommt, ist ein Satz des Herrn **Villons** im Jahre 1716. Der Pater **Sebastian** und Herr von **Ressons** waren als Commissarien der Academie ernannt, und nach dieser ihrem Berichte schiene es, als ob der Herr **Villons** verlangte, daß man die Zierrathen von Kupfer machen und das Stück ausserhalb damit bedecken sollte: man siehet leicht, daß dieses Verfahren leichter sey, und nicht so nützlich, als die Stücken gleichsam durch die Verdoppelung zu verstärcken.

Ich habe bey dem Canon des Herrn **Hannoteau** angemerket, daß er dasselbe gleich anfänglich als einen hohlen Cylinder giessen, an den Boden das Visir habe machen und es abrichten lassen, wie bey dem gewöhnlichen Flintenläufen gebräuchlich ist. Indem er nun sein Canon mit Kupfer hatte überziehen lassen, so war dieses Metall an dem Orte, wo sich die Schraube befindet, in den Gang derselben gelaufen und hatte sie gelöthet: welches uns denn zeigt, daß, wenn wir die Kunst zu löthen vollkommener machten, so könnte man vielleicht ohne grosse Kosten Canonen, welche aus geschmiedeten und zusammengelötheten Stücken Eisen bestehen, verfertigen: Die Leichtigkeit der Artillerie, wie wir bereits gesagt haben, würde hiervon eine Folge seyn. Ich halte davor, es sey meine Schuldigkeit, alhier eines Einwurfes, die Leichtigkeit der Artillerie zur See betreffend, Erwähnung zu thun, welcher mir von einem Gelehrten des ersten Ranges gemacht wurde. Die Achtung und Ehrfurcht, welche ich vor sein Andenken hege, bewegen mich, ausführlicher anzuzeigen, weswegen ich von den Meinungen dieses Gelehrten unterschieden bin. Dieses wird aber den Inhalt eines Aufsatzes von der Würkung des Windes auf ein Schiff betreffen. Es mag mir genug seyn, alhier überhaupt anzuzeigen, worinnen die Frage bestehet: ich verlange nicht allein, daß die Leichtigkeit des Canons die Arbeit, mit demselben umzugehen, erleichtern soll,

soll, sondern auch, daß sie dem Schiffe zu statten komme. Denn 1) kann das Lager, worauf die Canonen in dem Schiffe ruhen, leichter gemacht werden, welche Erleichterung, wenn sie mit der Erleichterung der Artillerie selbst zusammengenommen wird, schon ansehnliche Vortheile gewähret. Der erste derselben ist, daß man viel mehr Reihen Canonen über einander legen kann, ein unschätzbarer Vortheil, wenn man nur genau darauf achten will. Der zweyte bestehet darinnen, daß man den Schwerpunk des Schiffes weiter herunter bringet, wodurch denn das Umdrehen, Wanken und Abweichen von der Strasse, übrigens auch alle dergleichen Dinge, merklich verhindert werden. Der Einwurf, welchen man mir gemacht hat, bestehet darinnen, daß man behauptet, ein dergleichen Schiff müsse die Masten niederlassen, und daß, in Betracht dieses, der Schwerpunkt des Schiffes sich nicht ferner unten in einem gewissen Punkte befände. Ich lasse mich nur gegenwärtig so weit ein, daß ich behaupte, es sey erweislich, daß, je niedriger der Schwerp'unkt ist, wenn er auch unter dem untersten Theile des Schiffes seyn könnte, je weniger wird sich dasselbe drehen, wanken, oder von seinem Wege abweichen, wenn seine Richtung, Wind und dergleichen einerley sind. Ich weiß wohl, daß die Verbindung der Krummhölzer des Schiffes dadurch leiden werden; dieser Ungemächlichkeit aber kann, vielleicht mit geringer Mühe, durch die Kunst eines

geschickten Baumeisters abgeholfen werden. Es würde also gut seyn, wenn man den Künstlern den Vorschlag thäte, Canonen von geschmiedeten Eisen zu machen, und überhaupt auf die Auflösung einer jedweden vorgelegten Aufgabe, nach Verhältniß ihres Nutzens, eine Belohnung setzte. Die Absicht, etwas in dem Staate zu erspahren, so wenig es auch immer seyn mag, kann schon eine solche Belohnung gewähren, welche einen einzigen glücklich macht. Denn Hülfsmittel und Belohnungen sind die einzigen Wege, Künste zu entdecken und sie vollkommener zu machen. Ich werde mich indessen nicht weiter in diese Materie einlassen; sondern man wird am Ende dieser Abhandlung einige Anmerkungen finden, welche mit diesen, welche ich eben beygebracht, eine Aehnlichkeit haben.

Von der Länge der Canonen.

Worinnen nemlich Versuche beschrieben werden, die verschiedenen Geschwindigkeiten der Kugeln zu erkennen, welche aus Flintenläufen von ungleicher Länge geschossen werden, nebst der Beschreibung der Mittel, welche man angewendet hat, diese Versuche anzustellen.

Alle diese Versuche sind in Gegenwart der Herrn Du Hamel, Bouguer, Nollet und

und **Montigny**, welche von der Academie zu Commissarien ernennet worden, gemacht, sintemal ich mir dieses ausgebeten hatte. In dem Aufsatze, welchen ich der Academie vorgelesen habe, als ich An. 1751, nachdem ich meine Versuche vollendet hatte, wieder zurück und vor dieselbe kam, zeigte ich an, daß, so wie es die Theorie erforderte, je kürzer ein dergleichen Flintenlauf sey, je weniger Geschwindigkeit drückte es der Kugel ein. Ob ich aber gleich diese Versuche mit grosser Sorgfalt angestellet habe, so war es mir doch unmöglich einzusehen, nach was vor einem Gesetze dieses Abnehmen geschähe. Ich glaubte daher, diese Materie sey, in Betracht der Waffen des Fußvolkes, von einer grössern Wichtigkeit, als daß man sich mit der Begebenheit überhaupt begnügen lassen könnte; daß man sich daher bemühen müsse, dieses Gesetz ausfindig zu machen und weil es überhaupt der Mühe werth sey, die Gemüther auf eine dergleichen Untersuchung zu leiten. Denn es war mir wohl bekannt, daß viele Personen, welche schon Versuche gemacht, gerade das Gegentheil gefunden hatten, und daß dadurch die unsrigen vor ungewisse Begebenheiten würden gehalten werden, ohne es richtig zu entscheiden, vornemlich, da die Unterscheide in den eigentlichen Würkungen sehr geringe sind. Die Mittel, solches zu erkennen, sind, wie ich solches bereits in meiner Nachricht angezeiget habe, vermögend, gleiche Unterscheide zu geben, oder

wohl

wohl gar solche, welche grösser sind, als die Würkungen selbst; da denn diese in dergleichen Fällen gar verschwinden, und nicht anders merklich seyn werden, als wenn die Verschiedenheiten in den Würkungen so beträchtlich sind, daß sie diejenigen überwägen, welche aus solchen Ursachen herkommen, die man als Mittel anwendet, sie zu erkennen. Weil es aber so selten ist, die Reihe der Versuche so weit zu treiben, und man fast beständig die Mittelstrasse hält; so sind diese Verschiedenheiten, wie gesagt, fast unmerklich, zum wenigsten in so fern nemlich, wie derjenige, welcher einen Versuch macht, vor eine gewisse Meynung mehr eingenommen ist, als vor eine andere, und daher aus diesen Erfahrungen solche Schlüsse ziehet, welche denen, die er gemacht hätte, fast gänzlich entgegen seyn würden, wenn die wahrhaftige Würkung in ihrem eigentlichen Umfange zu seiner Erkenntniß gelanget wäre. Indem ich also von der Nothwendigkeit überzeugt worden bin, diese Versuche, wo es möglich wäre, mit mehrerer Achtsamkeit anzustellen als die vorhergehenden; so hielt ich davor, daß ich weder Sorgfalt noch Kosten erspahren dürfte, um der Vollkommenheit näher zu kommen, und nach Vermögen, die Mittel an die Hand zu geben, wodurch man die Begebenheiten so eigentlich erkennen kann, daß ich versichert bin, man habe auf diese Weise eine richtige Erkenntniß, zu welchem Ende ich mir denn folgende Mittel

aus-

ausfindig gemacht habe, welche ich eben im Begrif bin, zu beschreiben. Ich wünschte sie übergehen zu können; diejenigen Wege aber, welche man gegangen ist, diese oder jene Versuche anzustellen, scheinen mir, wenn ich so reden kann, als Beweise der Rechtfertigung, so darzu dienen, daß sie uns in derjenigen Gewißheit bestärken sollen, welche wir davon eigentlich haben müsten, um den Grad ihrer Genauigkeit, nach welchem sie verfertiget worden sind, zu beurtheilen: Folglich halte ich davor, daß ich mich nicht entziehen dürfe, sie zu beschreiben. Man wird auch, nächst diesem, die Art und Weise antreffen, nach welcher die Tabellen, als die Versuche gemacht worden, verfertiget sind.

Auf was Art die Versuche sind angestellet worden.

In der Abhandlung, deren ich bereits Erwehnung gethan habe, ist angezeigt, auf was Art die Geschwindigkeit der Kugel ist bestimmet worden, und wir sagten, sie würde auf die Weise geschätzet, daß man den Lauf gegen einen Perpendickul richtete, dessen Geschwindigkeit man, vermittelst des Stosses oder Zurückweichens abmässe: Und auf der dritten Kupfer-Tafel siehet man in einem Grundrisse, auf was Art man hier verfahren hat.

TT ist ein Gestelle, dessen Füsse in die Erde gesenket sind, damit es vollkommen fest ste-

he,

he, und nicht erschüttert werden könne: RR ist eine längliche Rinne, durchgehends von gleicher Weite, in welche die Lavette des Canons C kommt und genau hineingepasset wird, dergestalt, daß man es immer gegen einen Punkt richtet, und seine Mündung beständig in einer gleichen Entfernung von dem Ziele ist. PP sind steinerne Säulen, zwischen welchen man die Scheibe A siehet, welche mit ihren eckigten Zapfen SS auf dem Verdecke oder Lager über den Säulen aufgehangen ist. Vermöge dieses Hanges hat die Scheibe alle nöthige Beweglichkeit: denn es ist bekannt, daß diese von eben derjenigen Art ist, wie sie die Uhrmacher gebrauchen, wenn sie ihren Pendulen den freyen Schwung verschaffen wollen. LL ist ein Bret, durch welches ein rundes Loch, etwan 11 Zolle im Durchmesser, gebohret, und mit einem Tuche OO bedecket ist. Die Absicht, welche man mit diesem Tuche hat, bestehet darinnen, daß man diejenige Bewegung verhindert, welche etwan durch die Pulverkörner und starke Bewegung der Luft durch die Flamme der Scheibe bey Abfeuerung des Laufes mitgetheilet werden möchte. An dem Ende eines dieser eckigten Zapfen ist ein Zeiger I gemacht und befestiget, welcher sich über der meßingenen Platte Q bewegt, welche mit Firniß überzogen und auf welcher Cirkelbögen beschrieben sind, den Zurückstoß und die Ausweichung der durch den

Stoß

Stoß der Kugel getroffenen Scheibe anzuzeigen.

Das 4te Kupfer enthält eine zergliederte Vorstellung aller dieser Theile. AA (Fig. 1.) stellet die Scheibe vor, wie sie in der Mitte gebrochen ist und zusammen gelegt werden kann: SS ist der Durchschnitt einer Welle nach seiner Länge, in welchen das oberste Ende der Scheibe ins Gevierte hineingehet, und darinnen vermittelst einer Schraubenmutter befestiget ist. NN zeiget denjenigen Theil an, welcher mit der Stahlplatte NN bedecket ist: Diese Platte ist, vermittelst einer grossen Schraube E, welche gleichfalls von gehärteten Stahle ist, stark an der Scheibe befestiget. Alle diese Theile zeigen sich in der zweyten Figur im Durchschnitte.

Das untere Ende des Zeigers aa (Fig. 3. und 4.) ist eine Röhre VV mit dreyen Schrauben versehen, vermittelst welcher sie an dem einen Ende der eckigten Zapfen S angeschraubet werden kann; an dem andern Ende ist gleichfalls eine Röhre C auf dem Arme aa perpendicular befestiget, welche die Spitze i einschließt, die mit einer Feder beständig gegen die Platte gedrückt wird.

Die fünfte Figur stellet den vordern Theil der Platte Q vor, und Fig. 8. den hintern Theil. m ist ein kleiner Bügel, hinten mit einer Schraube versehen, wie aus Fig. 3. erhellet. Dieser Bügel dienet darzu, daß man die Spitze des Zeigers i beständig bemerken kann,

wenn

wenn die Scheibe in Ruhe ist. Weil es nun nothwendig ist, daß sich die Platte mit der Bewegung der Scheibe vollkommen in einer parallelen Fläche befindet; so ist sie über einer andern Kupferplatte BB (Fig. 6. und 8.) befestiget und vermittelst der Schrauben fff in den länglichten Oefnungen ttt fest gehalten, dergestalt, daß man ihr dadurch eine veränderte und schiefe Bewegung geben kann, auf die Weise, daß sie daselbst in einer beliebigen Entfernung des Zeigers befestiget und in eine verlangte Fläche gerichtet wird.

Verfertigung der Tabelle.

Ich habe in allen diesen Versuchen mich beständig einerley Art des Pulvers bedienet, von welchem man mit aller Sorgfalt, vermittelst eines Siebes, auch die allerkleinsten Körner und den Staub abgesondert hatte, um dasselbe dadurch desto reiner zu bekommen, und die Ladungen waren auch jederzeit von gleichem Gewichte, nemlich $1\frac{1}{2}$ Quintlein oder 108 Gräne. Die Kugeln waren gleichfalls in einer Forme gegossen und alle gleich schwer, nemlich 4 Unzen, 1 Quintlein und 52 Gräne, oder 700 Gräne. Alle diese Abmessungen sind übrigens in gleichen Theilen, deren der Königliche Fuß (pied de Roi,) 400 hat, genommen.

Die erste Columne zeigt die Länge der Läufe an, die zweyte die Sehnen der von dem Zeiger

ger beschriebenen und von dem Stosse der Kugel verursachten Bögen, die dritte die Entfernung der Achse des hängenden Perpendiculs von den Puncten, wo die Kugel aufgeschlagen hat; die vierte die Sehnen des Zeigers, welches die Abweichung der Scheibe andeutet, in dem Falle, da alle Kugeln in gleicher Entfernung von 2400 Theilen der Achse des Perpendiculs würden aufgeschlagen haben, und also gefunden wird: wie sich die Entfernung der Achse 2407 des Perpendiculs von dem Puncte, wo der erste Schuß hingetroffen hat, zu 48 $\frac{1}{2}$ gleichen Theilen, als der von dem Zeiger, zufolge des Zurückstosses dieses ersten Schusses, beschriebenen Sehne verhält; also verhalten sich 2400 Theile zu 48 $\frac{3}{10}$ der Sehne des Bogens, welche der Zeiger würde beschrieben haben, wenn die Platte von eben der Geschwindigkeit in einer Entfernung von 2400 Theilen der Achse des Perpendiculs wäre getroffen worden. Dieser Lehrsatz hat beständig seine Richtigkeit, wenn die Schwere der Kugel, in Betracht gegen die Schwere der Scheibe, sehr klein ist, wie sich denn solches allhier würklich also befindet. Die fünfte Columne zeiget das Mittel der Sehnen in der vierten Columne an. Die sechste Columne giebt die von der Kugel durchstrichenen Entfernungen in Fussen an, da die Zurückweichungen der Scheibe nach den mittlern Sehnen in der fünften Columne angenommen worden. Um einen Begrif von der Art und Weise anzugeben, wie diese Ge-

schwindigkeiten gefunden werden, so wollen wir uns nur damit begnügen, daß wir anzeigen, wie die nöthigen Rechnungen angestellet werden, ohne die Beweise der Lehrsätze beyzufügen.

	Gleiche Theile.
Länge des Zeigers. . . .	277.
Entfernung des Schwerpunctes von der Achse des Perpendiculs	990.
Entfernung des Mittelpunctes des Schwunges oder der Achse selbst, da die Scheibe 210 Schwünge in 276 Secunden macht.	$2114\frac{2}{10}$.
Sehne des von dem Zeiger beschriebenen Bogens.	$47\frac{9}{10}$.
Folglich ist die durch das Centrum des Schwunges beschriebene Sehne des Bogens	$365\frac{5}{10}.\frac{6}{100}$.
Der Sinus Versus eben dieses Bogens	$31\frac{6}{10}$.
Folglich die Geschwindigkeit des Mittelpunctes des Schwunges, in einer Secunde.	$870\frac{9}{10}$.
Und die Geschwindigkeit des Mittelpunctes der Scheibe, welcher 2400 Theile von der Achse des Perpendiculs entfernet ist, wird in einer Secunde seyn. . . .	$988\frac{5}{7}$.
Das Gewicht der Scheibe 1270 Unzen.	

Die Masse, welche angenommen wird, als ob sie in dem Mittelpuncte der Scheibe bey einander

der wäre, und welche eben den Zurückstoß leiden würde, als die Scheibe, wenn sie in eben dem Puncte getroffen wäre, wird seyn 461 Unzen, 3 Quintlein und 66 Gräne. Diese Masse von 461 Unzen, 3 Quintl. und 66 Gränen, wenn sie durch 988 $\frac{5}{7}$ als die Geschwindigkeit dieses Punctes multipliciret und das kommende Product 700 Gräne oder die Schwere der Kugel dividiret wird, giebt vor die zurückgelegte Geschwindigkeit der Kugel, in einer Secunde 938 Fusse.

Die siebende Columne zeigt die Weite des Schusses in halben Ruthen (Toises) an, so, wie sie aus eben diesen Geschwindigkeiten fliessen, wobey denn voraus gesetzt wird, das Stück sey auf 45 Grade gerichtet, und die Luft gebe keinen Wiederstand. Und zuletzt die achte Columne zeiget die Weite des Schusses, nach eben der Geschwindigkeit, und ohne Widerstand der Luft, wie zuvor, da der Lauf horizontal gerichtet und über den Horizont 5 Fuß erhaben stehet.

Wenn man also die Geschwindigkeit einer Kugel wissen will, welche aus einem Canon durch eine Entfernung von 1466 $\frac{2}{3}$ der vorerwehnten gleichen Theile ist geschossen worden, oder ohngefähr 3 Fuß 8 Zolle, zufolge des mittlern Zurückstosses der Scheibe von 47 $\frac{9}{10}$; so wird man dieselbe 938 Fuß in einer Secunde erhalten, und die Weite des Schusses wird seyn, wenn das Canon auf 45 Grade gerichtet ist, 4889 halbe Ruthen, (Toises) wenn es aber horizontal gerichtet worden und 5 Fuß über dem Horizonte stehet, 541 Fuß.

Tabelle

Der Versuche von verschiedenen Geschwindigkeiten der aus Läufen von ungleicher Länge geschossenen Kugeln.

Länge des Laufes in gleichen Theilen, deren der Fuß 400 hat.	Sehnen des durch den Zeiger in gleichē Theilē beschriebenen Bogēs.	Entfernung des Hängepunctes von den Puncten, wo die Kugeln in gleichen Theil. aufschlagen.	Die Sehnen des Zeigers, wenn alle Schüsse in einer Entfernung von 2400 Theilen aufschlagen.	Mittlere Sehnen.	Geschwindigkeit der Kugeln, nach Füssen in einer Secunde.	Die Weiten der Schüsse, wenn das Canon 45 Grade erhöhet ist, in halben Ruthen.	Weiten der Schüsse in halben Ruthen, wenn das Canon horizontal stehet und 5 Fuße über den Horizont erhaben ist.
Den 4 August 1752.	$48\frac{1}{2}$	2407	$48\frac{3}{10}$				
$1466\frac{2}{3}$	48	2400	48			Halbe Ruthē, Fuß	
oder ohngefähr 3	48	2402	$47\frac{9}{10}$		Fuß.		Fusse.
Fuß 8 Zolle.	$48\frac{1}{2}$	2406	$48\frac{4}{10}$	$47\frac{9}{10}$	938	4889 4	541
	48	2405	$47\frac{9}{10}$				
	47	2404	$46\frac{9}{10}$				
Den 4ten August.	46	2395	$46\frac{1}{10}$				
$1331\frac{2}{3}$	$46\frac{1}{2}$	2389	$46\frac{7}{10}$				
	47	2400	47				
	$46\frac{2}{10}$	2395	$46\frac{2}{10}$				
	$44\frac{1}{2}$	2388	$44\frac{7}{10}$	$46\frac{4}{10}$	908	4580	524
	$47\frac{1}{5}$	2405	$47\frac{1}{10}$				
Den 7den Aug. von	$46\frac{3}{4}$	2404	$46\frac{6}{10}$				
eben der	$46\frac{1}{2}$	2403	$46\frac{4}{10}$				
Länge.	$46\frac{3}{4}$	2402	$46\frac{7}{10}$				
Den 7den August.	46	2401	$45\frac{9}{10}$				
$1196\frac{2}{3}$	$45\frac{1}{2}$	2403	$45\frac{4}{10}$				
	$45\frac{3}{4}$	2403	$45\frac{7}{10}$				
	46	2406	$45\frac{8}{10}$				
	$45\frac{3}{4}$	2400	$45\frac{7}{10}$	$45\frac{4}{10}$	890	4400	512
	$45\frac{1}{2}$	2399	$45\frac{5}{10}$				
	$44\frac{1}{2}$	2403	$44\frac{4}{10}$				
	45	2399	45				

Tabel:

Tabelle
Der Versuche von der verschiedenen Geschwindigkeit der aus Läufen von ungleicher Länge geschossenen Kugeln.

Länge des Laufes in gleichen Theilen, deren der Fuß 400 hat.	Sehnen des durch den Zeiger beschriebenen Bogens in gleichē Theilē.	Entfernung des Hängepunctes, von den Puncten, wo die Kugel in gleichen Theilen aufschlägt.	Die Sehnen des Zeigers, wenn alle Schüsse zu 2400 Theilen aufschlagen.	Mittlere Sehnen.	Geschwindigkeit der Kugeln, in einer Secunde nach Fußen	Die Weiten der Schüsse, wenn das Canon 45 Grade erhöhet ist, in halben Ruthen.	Weiten der Schüsse in halben Ruthen, wenn das Canon horizontal gerichtet u. 5 Schuh über den Horizont erhaben ist.
Den 7den August 1061	$45\frac{1}{2}$	2403	$45\frac{4}{10}$				
	$44\frac{1}{3}$	2405	$44\frac{2}{10}$				
	$44\frac{1}{2}$	2410	$44\frac{3}{10}$				
	45	2407	$44\frac{8}{10}$		Fusse.	Halbe Ruthen.	Fusse.
	46	2404	$45\frac{9}{10}$	$45\frac{3}{10}$	888	4380	511
	$45\frac{1}{4}$	2400	$45\frac{2}{10}$				
Den 14. Aug. mit eben der Länge.	$45\frac{1}{2}$	2398	$45\frac{5}{10}$				
	46	2391	$46\frac{1}{10}$				
	46	2400	46				
Den 14en August. $926\frac{2}{3}$	$44\frac{2}{5}$	2400	$44\frac{4}{10}$				
	45	2404	$44\frac{9}{10}$				
	$44\frac{1}{3}$	2405	$44\frac{2}{10}$				
	$45\frac{1}{3}$	2401	$45\frac{3}{10}$	$44\frac{5}{10}$	872	4224	502
	$44\frac{1}{6}$	2398	$44\frac{2}{10}$				
	44	2400	44				
Den 14en August. $791\frac{2}{3}$	42	2402	$41\frac{9}{10}$				
	43	2404	$42\frac{9}{10}$				
	42	2400	42				
	42	2401	$41\frac{9}{10}$				
	41	2401	$40\frac{9}{10}$	$42\frac{5}{10}$	833	3854	480
	$43\frac{1}{5}$	2408	$42\frac{8}{10}$				
Den 18en August.	44	2408	$43\frac{8}{10}$				
	$42\frac{3}{4}$	2407	$42\frac{7}{10}$				

Tabelle

Der Versuche von der verschiedenen Geschwindigkeit der aus Läufen von ungleicher Länge geschossenen Kugeln.

Länge des Laufes in gleichen Theilen, deren der Fuß 400 hat.	Sehnen des durch den Zeiger beschriebenen Bogens in gleichen Theilen.	Entfernung des Hängepunctes, von den Puncten, wo die Kugel in gleichen Theilen aufschlägt.	Die Sehnen des Zeigers, wenn alle Schüsse zu 2400 Theilen aufschlagen.	Mittlere Sehnen.	Geschwindigkeit der Kugeln, in einer Secunde nach Fußen	Die Weiten der Schüsse, wenn das Canon 45 Grade erhöhet ist, in halben Ruthen.	Weiten der Schüsse in halben Ruthen, wenn das Canon horizontal gerichtet u. 5 Schuh über den Horizont erhaben ist.
eben die Länge.	$42\frac{1}{3}$	2394	$42\frac{5}{10}$				
	$43\frac{2}{7}$	2404	43				
Den 18en August	$40\frac{1}{3}$	2396	$40\frac{4}{10}$				
$656\frac{2}{3}$	$40\frac{2}{3}$	2391	$40\frac{8}{10}$		Fusse.	Halbe Ruthen.	Fusse.
	$41\frac{1}{5}$	2400	$42\frac{2}{10}$	$40\frac{6}{10}$	796	3520	458
	41	2391	$41\frac{1}{10}$				
	$39\frac{3}{5}$	2400	$39\frac{6}{10}$				
	41	2401	$40\frac{9}{10}$				
Den 18en August.	$38\frac{3}{4}$	2412	$38\frac{5}{10}$				
$521\frac{2}{3}$	$38\frac{1}{2}$	2412	$38\frac{3}{10}$				
	$37\frac{1}{2}$	2404	$37\frac{8}{10}$				
	$37\frac{1}{2}$	2401	$37\frac{4}{10}$	38	746	3082	429
	38	2406	$37\frac{9}{10}$				
	$38\frac{1}{2}$	2399	$38\frac{5}{10}$				
Den 18en August.	$33\frac{2}{3}$	2406	$33\frac{5}{10}$				
$386\frac{2}{3}$	34	2413	$33\frac{8}{10}$				
	$33\frac{2}{3}$	2403	$33\frac{6}{10}$				
	$33\frac{2}{3}$	2403	$33\frac{6}{10}$				
Den 22. Aug. von eben der Länge.	$33\frac{3}{5}$	2401	$33\frac{5}{10}$	$33\frac{3}{10}$	653	2368	376
	35	2403	$34\frac{9}{10}$				
	$33\frac{1}{2}$	2406	$33\frac{4}{10}$				
	$32\frac{3}{4}$	2400	$32\frac{7}{10}$				
	$33\frac{1}{2}$	2406	$33\frac{4}{10}$				

Tabel-

Tabelle

Der Versuche von verschiedenen Geschwindigkeiten der aus Läufen von ungleicher Länge geschossenen Kugeln.

Länge des Laufes in gleichen Theilen, deren der Fuß 400 hat.	Sehnen des durch den Zeiger in gleichẽ Theilẽ beschriebenen Bogẽs.	Entfernung des Hängepunctes von den Puncten, wo die Kugeln in gleichen Theil. aufschlagen.	Die Sehnen des Zeigers, wenn alle Schüsse in einer Entfernung von 2400 Theilen aufschlagen.	Mittlere Sehnen.	Geschwindigkeit der Kugeln, nach Füssen in einer Secunde.	Die Weiten der Schüsse, wenn das Canon 45 Grade erhöhet ist, in halben Ruthen.	Weiten der Schüsse in halben Ruthen, wenn das Canon horizontal stehet und 5 Fuße über den Horizont erhaben ist.
Den 22. August. $251\frac{2}{3}$	$29\frac{1}{2}$	2399	$29\frac{5}{10}$				
	$29\frac{1}{4}$	2401	$29\frac{2}{10}$			Halbe Ruthen.	
	29	2403	$28\frac{9}{10}$		Fuß.		Fusse.
	28	2412	$27\frac{8}{10}$	$28\frac{5}{10}$	559	1763	321
	$27\frac{1}{2}$	2379	$27\frac{7}{10}$				
	$28\frac{1}{2}$	2407	$28\frac{4}{10}$				
	$28\frac{1}{2}$	2403	$28\frac{4}{10}$				
Den 22. August. $116\frac{2}{3}$	$18\frac{1}{4}$	2411	$18\frac{1}{10}$				
	$18\frac{3}{4}$	2418	$18\frac{6}{10}$				
	18	2389	$18\frac{1}{10}$	$18\frac{5}{10}$	359	716	206
	$18\frac{1}{2}$	2407	$18\frac{4}{10}$				

Eben diese Versuche mit einem Laufe von etwan 6 Fussen fortgesetzt, mit einer gleichen Ladung, gleicher Schwere der Kugel, aber etwas weniger kleinen Mündung.

Den 26. August. 2406	56	2407	$55\frac{8}{10}$				
	56	2413	$55\frac{6}{10}$				
	$55\frac{1}{5}$	2404	$55\frac{1}{10}$				
	55	2403	$54\frac{9}{10}$	$55\frac{3}{10}$	1083	7182	624
	$54\frac{1}{3}$	2401	$54\frac{3}{10}$				
	56	2400	56				

Eben diese Versuche mit einem Lauf von etwan 6 Schuhen lang fortgesetzt, mit gleicher Ladung, gleicher Schwere der Kugel, aber mit etwas kleinerer Mündung.

Länge des Laufes in gleichen Theilen, deren der Fuß 400 hat.	Sehnen des durch den Zeiger beschriebenen Bogens in gleichen Theilen.	Entfernung des Hängepunctes, von den Puncten, wo die Kugel aufschlägt, in gleichen Theilen.	Sehnen des Zeigers wenn alle Schüsse zu 2400 Theilen aufschlagen.	Mittlere Sehnen.	Geschwindigkeit der Kugeln, in einer Secunde nach Fussen	Die Weiten der Schüsse, wenn das Canon 45 Grade erhaben ist, in halben Ruthen.	Weite des Schusses wenn der Lauf horizontal und 5 Fusse über dem Horizonte stehet, nach Fussen.
Den 26. August.	$55\frac{1}{4}$	2403	$55\frac{1}{10}$				
2140	$52\frac{3}{4}$	2403	$52\frac{6}{10}$				
	$54\frac{2}{5}$	2407	$54\frac{2}{10}$		Fusse.	Halbe Ruthen.	Fusse.
	$54\frac{1}{4}$	2407	54	54	1058	6218	609
	$55\frac{1}{3}$	2410	$55\frac{1}{10}$				
	$53\frac{1}{3}$	2408	$53\frac{1}{10}$				
Den 26. August.	$53\frac{1}{2}$	2399	$53\frac{5}{10}$				
$1873\frac{1}{3}$	$53\frac{1}{2}$	2401	$53\frac{4}{10}$				
	54	2400	54				
Den 30. August, mit eben der Länge.	$52\frac{3}{4}$	2388	53				
	53	2399	53				
	52	2399	52	$53\frac{2}{10}$	1042	6032	600
	$52\frac{2}{5}$	2398	$52\frac{4}{10}$				
	53	2397	$53\frac{1}{10}$				
	$53\frac{2}{5}$	2389	$53\frac{6}{10}$				
Den 30 August.	$53\frac{1}{3}$	2366	$54\frac{1}{10}$				
$1606\frac{2}{3}$	53	2380	$53\frac{4}{10}$				
	51	2393	$51\frac{1}{10}$				
	$51\frac{1}{3}$	2402	$51\frac{2}{10}$	$52\frac{2}{10}$	1023	5814	589
	53	2402	$52\frac{9}{10}$				
	$51\frac{2}{5}$	2401	$51\frac{5}{10}$				
	$51\frac{1}{3}$	2397	$51\frac{3}{10}$				

Eben

Eben diese Versuche mit einem Laufe von etwan 6 Schuhen, mit eben der Ladung, Schwere der Kugel, aber etwas kleinerer Mündung fortgesetzt.

Länge des Laufes in gleichen Theilen, deren der Fuß 400 hat.	Sehnen des durch den Zeiger beschriebenen Bogens in gleichē Theilē.	Entfernung des Hängepunctes, von den Puncten, wo die Kugel aufschlägt, in gleichen Theilen.	Sehnen des Zeigers wenn alle Schüsse zu 2400 Theilen aufschlagen.	Mittlere Sehnen.	Geschwindigkeit der Kugeln, in einer Secunde nach Fussen	Die Weiten der Schüsse, wenn das Canon 45 Grade erhaben ist, in halben Ruthen.	Weite des Schusses, wenn der Lauf horizontal und 5 Fusse über den Horizont stehet, nach Fussen.
Den 30. August. 1340	$53\frac{1}{3}$	2398	$52\frac{3}{10}$				
	$49\frac{1}{2}$	2411	$49\frac{2}{10}$				
	52	2409	$51\frac{8}{10}$		Fusse.	Halbe Ruthen.	Fusse.
	$50\frac{1}{2}$	2401	$50\frac{4}{10}$	$50\frac{6}{10}$	591	5456	571
	$50\frac{2}{3}$	2396	$50\frac{7}{10}$				
	$50\frac{2}{3}$	2416	$50\frac{3}{10}$				
	$49\frac{3}{5}$	2407	$49\frac{5}{10}$				
D.30.Au. $1073\frac{1}{3}$	47	2390	$47\frac{1}{10}$				
	$47\frac{1}{3}$	2393	$47\frac{4}{10}$				
Den 4ten Sept. mit eben der Länge.	$46\frac{4}{5}$	2394	$46\frac{9}{10}$				
	47	2395	$47\frac{1}{10}$				
	$48\frac{3}{4}$	2403	$48\frac{6}{10}$	$47\frac{5}{10}$	931	4814	536
	$48\frac{1}{2}$	2409	$48\frac{3}{10}$				
	$48\frac{1}{5}$	2402	$48\frac{1}{10}$				
	$48\frac{1}{2}$	2403	$48\frac{4}{10}$				
Den 4ten Septemb. $806\frac{2}{3}$	46	2400	46				
	$46\frac{2}{5}$	2403	$46\frac{3}{10}$				
	$45\frac{2}{3}$	2406	$45\frac{5}{10}$				
	$45\frac{3}{5}$	2403	$45\frac{5}{10}$	$45\frac{1}{10}$	884	4340	509
	$44\frac{1}{3}$	2394	$44\frac{4}{10}$				
	44	2398	44				
	$44\frac{1}{10}$	2396	$44\frac{1}{10}$				

Eben diese Versuche mit einem Lauf von etwan 6 Schuhen lang fortgesetzt, mit gleicher Ladung, gleicher Schwere der Kugel, aber mit etwas kleinerer Mündung.

Länge des Laufes in gleichen Theilen, deren der Fuß 400 hat.	Sehnen des durch den Zeiger beschriebenen Bogens in gleichen Theilen.	Entfernung des Hängepunctes, von den Puncten, wo die Kugel aufschlägt, in gleichen Theilen.	Sehnen des Zeigers wenn alle Schüsse zu 2400 Theilen aufschlagen.	Mittlere Sehnen.	Geschwindigkeit der Kugeln, in einer Secunde nach Fussen	Die Weiten der Schüsse, wenn das Canon 45 Grade erhaben ist, in halben Ruthen.	Weite des Schusses wenn der Lauf horizontal und 5 Fusse über dem Horizonte stehet, nach Fussen.
Den 4ten Septemb.	$39\frac{3}{5}$	2379	$39\frac{9}{10}$				
540	$40\frac{2}{5}$	2413	$40\frac{1}{10}$			Halbe Ruthen.	
	$42\frac{1}{2}$	2413	42		Fusse.		Fusse.
	40	2400	40	$40\frac{5}{10}$	794	3502	457
	$40\frac{1}{5}$	2402	$40\frac{1}{10}$				
	41	2392	$41\frac{1}{10}$				
Den 15 S. mit eben der Länge.	$40\frac{3}{5}$	2386	$40\frac{8}{10}$				
	40	2392	$40\frac{1}{10}$				
Den 15. Septemb.	$30\frac{1}{2}$	2396	$30\frac{5}{10}$				
$273\frac{1}{3}$	$32\frac{1}{5}$	2408	32				
	$30\frac{1}{2}$	2398	$30\frac{6}{10}$				
	$30\frac{9}{10}$	2404	$30\frac{8}{10}$	$30\frac{7}{10}$	602	2012	346
	30	2388	$30\frac{1}{10}$				
	30	2393	30				

Versuche,

Welche zu dem Ende sind angestellet worden, damit man sehen möge, mit was vor einer Ladung einer Kugel die grösseste Geschwindigkeit gegeben werden könne, im Falle, daß der Lauf eine gegebene Länge hat.

Die Schießgewehre, deren ich mich bedienete, waren Flintenläufe von solchen Mündungen, wie sie denen Königlichen Verordnungen gemäß sind, aber viel dicker, als gewöhnlich; sie waren an der Mündung 3 Linien und $5\frac{1}{2}$ Linie an der Pulverkammer dick. Ich hatte welche von 14, von 19, von 23 Zollen $11\frac{1}{4}$ Linien, von 28 Zollen $7\frac{1}{2}$ Linie, von 34 Zollen und $\frac{1}{2}$ Linie, und von 38 Zollen $7\frac{1}{2}$ Linie. Diese Läufe waren auf einem Gestelle mit eben der Vorsichtigkeit befestiget, als ich bereits angezeiget habe. Es würde zu langweilig werden, wenn ich alles nach einander erzehlen wollte, was ich in diesen meinen Versuchen mit denselben angemerket habe; daher habe ich nur dasjenige anzuzeigen, was ich ganz augenscheinlich bemerket habe: nemlich, daß, je stärker die Ladungen genommen wurden, eine desto grössere Geschwindigkeit bekamen die Kugeln in dem Rohre, ausser in demjenigen von $14\frac{1}{2}$ Zollen, bey welchen wir durch eine Ladung von 12 Quintlein, eine Verminderung der Geschwindigkeit

digkeit erhielten. Als wir aber den Versuch wiederholen wollten, so sprang der Lauf, der Dicke ohngeachtet, welche er angezeigtermassen hatte, entzwey. Auf gleiche Weise gieng es fast mit allen übrigen, als ich sie eben so stark geladen hatte. Bey diesem letzten Versuche habe ich bemerkt, daß es folglich einen gewissen Grad gäbe, daß, wenn man bey demselben die Ladung verstärkete, die Geschwindigkeit der Kugel verringert werde, wodurch ich denn in den Gedanken bestärkt wurde, daß man eine andere oder eine solche Ladung ausfündig machen müste, durch welche die Kugel die grösseste Geschwindigkeit erhielte. Die Unmöglichkeit, welche mich daran verhinderte, denjenigen Grad mit Läufen von eben der Art zu bestimmen, nöthigten mich, zween andere kleinere darzu zu gebrauchen, welche viel kürzer waren, einen von 3 Zollen 6½ Linie, und den andern 5 Zolle 2½ Linie lang, die Mündung beyder waren 5½ Linien. Weil ich nun besorgte, es möchten diese beyden so kurzen Röhre der Scheibe eine gar zu geringe Geschwindigkeit geben; so ließ ich eine viel leichtere und kürzere machen, deren Zapfen eckigt waren. Weil nun diese Röhre sehr kurz waren; so schoß ich sie in einer viel kürzern Entfernung ab: ihre Mündung war von der Scheibe nicht weiter als 4 Fuß 11½ Zoll entfernet, und ich hing vor dieselbe ein Tuch, aus der oben bereits angezeigten Ursache. Ich habe mit dem Rohre von 3 Zollen 6½ Linie lang, mit fünf

ver-

verschiedenen Ladungen, dreyßig Schüsse gethan, nemlich mit jeglicher Ladung sechs, das Mittel des Stosses bey jeglichen fünf Schüssen genommen, und also mit einer Ladung von 50 Granen bekommen $29\frac{7}{16}$ Linien.

67	.	.	.	$31\frac{19}{48}$	.
122	.	.	.	$34\frac{1}{2}$	.
135	.	.	.	$31\frac{1}{3}$	.
162	.	.	.	$29\frac{1}{2}$	.

Mit dem andern Rohre von 5 Zollen $4\frac{1}{2}$ Linie lang habe ich zehn Schüsse mit fünf verschiedenen Ladungen gethan, mit jeglicher derselben nemlich zween Schüsse und gleichfalls vor das Mittel des Stosses einer jedweden Ladung bekommen:

Von einer Ladung von	76 Granen		$46\frac{1}{2}$	Linien.
	102	.	$54\frac{1}{2}$	.
	153	.	102	.
	204	.	$57\frac{9}{10}$	.
	252	.	$38\frac{19}{43}$	.

Aus diesen Beobachtungen erhellet, daß die Ladung des Rohrs von 3 Zollen $6\frac{1}{1}$ Linie, welche den grössesten Stoß unter allen andern verursachet hat, von 122 Granen gewesen sey, und die, welche nächst dieser den grössesten Stoß gegeben, 67 Grane schwer gewesen, weil der Stoß der erstern $34\frac{1}{2}$ Linie, der letztern aber $31\frac{19}{48}$ Linien beträgt: jene Ladung aber nahm in dem Rohre eine Länge von $22\frac{1}{2}$, und diese eine von $14\frac{1}{2}$ Linien ein. Die erstere Länge ist wenig von der halben Länge des Rohres verschie-

schieden, und die andere wenig von dem dritten Theile eben dieser Länge: weil auch die Stösse allemal geringer oder nicht so stark sind, wenn die Ladungen entweder stärker oder schwächer genommen werden, als diese beyden; so folgt daher ganz offenbar, daß die allervortheilhafteste Ladung, oder die, welche der Kugel die grösseste Geschwindigkeit giebt, sich zwischen diesen beyden befinden müsse. Auf gleiche Weise verhält es sich mit dem Rohre von 5 Zollen $4\frac{1}{2}$ Linie lang, die Ladung von 153 Granen nimmt in dem Rohre von seiner innern Höhlung $25\frac{7}{8}$ Linien ein, welches zwischen dem dritten Theile und der Hälfte der Länge des ganzen Rohres ist, und wie man sieht, den grössesten Stoß unter allen, nemlich von 102 Linien, giebt. Eine Anmerkung von grosser Wichtigkeit, welche hier gemacht werden muß, bestehet darinnen, daß die allerstärksten Schüsse der Ladungen von 67 und 162 Granen kleiner waren, als die allerschwächesten der Ladung von 122 Granen, da indessen in den Versuchen, welche in Metz gemacht worden sind, eine Ladung von 9 Pfunden Pulver, aus einem 24 pfündigen Stücke, bey einem Versuche, einen Schuß von 715, und bey einem andern einen von 1010 halben Ruthen gegeben hat. Es läßt sich also aus diesen Versuchen die Folge ziehen, daß die allervortheilhafteste Ladung vor ein Canon von gegebener Länge diejenige sey, welche mehr als den dritten Theil des innern Raumes des Canons,

aber

aber nicht völlig die Hälfte desselben einnimmt: welches denn auch der Theorie gar nahe kommt, vermöge welcher der Raum, welchen die Ladung einnimmt, sich zu dem ganzen innern Raume des Canons, wie 100 zu 271 verhalten soll.

Nachdem diese Frage entschieden ist, so gehe ich zu der zwoten, welche darinnen bestehet, daß man diejenige Form eines Stückes ausfindig macht, welche vor eine gegebene Ladung die allervortheilhafteste ist. Ich hatte gesehen, wie bereits erwehnet ist, daß gleiche Ladungen in den längsten Röhren denen Kugeln beständig eine grössere Geschwindigkeit mittheileten. Um mich hiervon ganz vollkommen zu überzeugen, so fuhr ich fort, aus den allerlängsten Röhren gegen die erstere Scheibe zu schiessen, und nahm dabey die Ladungen beständig schwächer, damit ich endlich sehen möchte, ob die drey kleinesten derselben nicht eine Verringerung der Geschwindigkeit, bey dem Gebrauche dieser Röhre, anzeigten. Denn es war mir sehr wahrscheinlich, daß diejenigen, welche, gegen ihre Ladung erwogen, sehr lang waren, wegen des Reibens innerhalb der Seele, die Geschwindigkeit der Kugel um merklich mehr verringern als vermehren würden, weil sie der Würkung der flüßigen Materie so lange ausgesetzt sind. Indessen habe ich doch so weit nicht kommen können, und indem die Ladungen endlich so schwach genommen wurden, daß die Kugeln kaum so viel Kraft er-

erhielten, diese Scheibe merklich zu erschüttern; so nahm ich meine Zuflucht wieder zu derjenigen Scheibe, welche ich zu den vorhergehenden Versuchen gebraucht hatte, weil sie viel leichter war. Ich habe auch Flintenläufe verfertigen lassen, welche viel länger waren, als es die gewöhnlichen Verhältnisse erfordern, einen von vieren, der andere von fünfen und der dritte von sechs Fussen lang.

Diese Röhre waren sehr fest gestellet, und ihre Mündung war sieben Schuhe von der kleinen Scheibe entfernet; mit diesen fieng ich an, eine Reihe von Versuchen zu machen, da ich zu jedweder Ladung 18 Grane Pulver nahm. Die Kugeln wogen 1 Unze und 1 Quintl. und die Versuche gaben mit einen Rohre von 4 Fussen vor den mittlern Stoß der Scheibe $83\frac{2}{7}$.

Von 5 Fussen . . $91\frac{1}{10}$.
Von 6 Fussen . . 96

Man kann auch ferner merken, daß wir gefunden haben, es seyen die allerschwächesten Schüsse eines Rohrs von 6 Fussen stärker gewesen, als die allerstärksten eines von 4 Fussen.

Ich muß gestehen, daß ich mich anfänglich sehr darüber wunderte, als ich bey den ersten Schüssen wahrgenommen, daß das längste Rohr allemal der Kugel mehrere Geschwindigkeit gab, als die beyden übrigen; endlich aber muste ich mich überzeugen lassen, als ich erfuhr, daß dieses immer mehr und mehr durch die Versuche bestätiget wurde. Man könnte gedenken, ich hätte

hätte noch ferner die Ladung geringer nehmen können; wenn man aber erwägt, daß die, welche ich gebrauchte, kaum vermögend war, den Boden des Rohres oder der Schwanzschraube zu bedecken, so wird man wohl sehen, daß eine noch schwächere Ladung nichts anders als Irrthum hätte geben können, wegen der Schwürigkeit, welcher ich ausgesetzt gewesen wäre, das Pulver anzuzünden, ohne frisches in das Zündloch zu schütten, wodurch die Stärke der Ladungen hätte irrig werden können.

Aus diesen Versuchen siehet man, was ein Röhr, in Betracht dieser Ladung, vor eine ausnehmende Länge haben müste, damit vermöge jener die Kugel die möglichst grösseste Geschwindigkeit erlangete. Nimmt man also ein 24pfündiges Canon an, welches nach der Verhältniß seiner Ladung von 8 Pfunden, die gehörige Länge haben sollte; so müste dasselbe 343 Fuß lang seyn, welches in der That seltsam scheinet, es auch würklich und zugleich auch nicht zu bewerkstelligen ist: welches uns aber doch zugleich anzeigt, daß man in der Ausübung der Artillerie so lange Canonen gebrauchen müsse, als immer möglich ist, wenn die Kugel anders eine merklich grosse Geschwindigkeit haben soll.

Weil ich nun keinen von den Umständen aus der Acht ließ, welcher mir in meinen Untersuchungen einiges Licht zu geben vermochte; so untersuchte ich die Dicke der Kugel, nach dem Schusse, welches bey diesen letzten Proben leicht

Bayerische Staatsbibliothek München

geschehen konnte, indem dieser ihre Geschwindigkeiten sehr geringe waren, da hingegen bey den stärkern Schüssen die Kugeln platt oder gar zerschmettert wurden. Indessen war ich damit zufrieden, daß ich bemerkte, wie der Grad der Plattigkeit mit ihrer Geschwindigkeit genau in gleicher Verhältniß war, und daß diejenigen Kugeln, welche einen grössern Stoß erlitten hatten, jederzeit platter waren als die andern.

Aus den vorhergehenden Tabellen von den Geschwindigkeiten, in Betracht gegen die Länge, habe ich die folgenden gemacht, es ist nemlich die Länge de Ladung oder der Raum, welcher sich zwischen dem grössesten Zirkel der Kugel, der das Canon berühret, und dem Boden befindet, ferner die Länge von diesem Zirkel bis an die Mündung des Canons und die Geschwindigkeit der Kugel gegeben; man soll diejenige Dichtigkeit der elastischen flüßigen Materie finden, welche in diesem Raume eingeschlossen ist, in demselben würket, und der Kugel die vorerwehnte Geschwindigkeit zu geben vermag.

Es sey a die Länge der Ladung, f die Schwere der Atmosphäre, v die Geschwindigkeit und x die Länge des Canons; so wird man diese Gleichung haben $\frac{vv}{2} = mfa\,(Lx - La) - fx + fa$, indem m die Menge der Luft oder den Zusammendruck der flüßigen Materie bedeutet, und wenn man setzt, es sey $\frac{vv}{2} = fz$; so erhält man $m = \frac{z + x - a}{a(Lx - La)}$. Indem aber der Diameter des Canons ohngefähr

fähr

fähr 23 solcher Theile ist, deren der Schuh 400 hat, so wird f 76 mal schwerer seyn, und, wenn man anstatt a $\frac{34}{400}$ Füsse, und nach und nach vor x die verschiedenen Längen eines Canons, wie auch vor z seinen durch v und f ausgedruckten Werth, setzet; so wird man im Stande seyn, nachstehende Tabelle von der Geschwindigkeit zu verfertigen. Die erste Columne derselben ist die Länge des Canons, die andere der Werth von z, und die dritte diejenige Dichtigkeit, welche allemal die gegebenen Würkungen würde hervorgebracht haben.

Erste Tabelle.

Es sey $a=34$ $m=\frac{z+x-a}{a(Lx-aLa)}$ $f=76$ facher Schwere.

x	z	
2394. . . .	$255\frac{85}{100}$. . . .	$m=716\frac{95}{100}$
2128. . . .	$244\frac{1}{100}$. . . .	$m=709\frac{15}{100}$
1862. . . .	$236\frac{83}{100}$. . . .	$m=709\frac{47}{100}$
1595. . . .	$228\frac{1}{100}$. . . .	$m=709\frac{4}{100}$
1328. . . .	$214\frac{25}{100}$. . . .	$m=698\frac{12}{100}$
1062. . . .	$188\frac{80}{100}$. . . .	$m=653\frac{79}{100}$
795. . . .	$170\frac{20}{100}$. . . .	$m=616\frac{32}{100}$
528. . . .	$137\frac{25}{100}$. . . .	$m=594\frac{3}{100}$
262. . . .	$81\frac{91}{100}$. . . .	$m=475\frac{25}{100}$
Der mittlere Werth von	. .	$m=647\frac{34}{100}$

Zwote Tabelle.

Es sey $a=34$ $m=\frac{z+a-a}{a(Lx-La)}$ $f=76$facher Schwere.

x	z	
1455. . . .	192. . . .	$m=613$.
1320. . . .	$180\frac{16}{100}$. . .	$m=591$.
1185. . . .	$173\frac{24}{100}$. . .	$m=581$.
1050. . . .	$171\frac{72}{100}$. . .	$m=610$.
915. . . .	$165\frac{71}{100}$. . .	$m=599$.
780. . . .	$151\frac{14}{100}$. . .	$m=574$.
642. . . .	$138\frac{37}{100}$. . .	$m=560$.
510. . . .	$120\frac{83}{100}$. . .	$m=529$.
375. . . .	$92\frac{79}{100}$. . .	$m=459$.
240. . . .	$98\frac{5}{100}$. . .	$m=412$.
105. . . .	$28\frac{10}{38}$. . .	$m=292$.
Der mittlere Werth von		$m=553$.

Wenn man also die mittlere Dichtigkeit annimmt und von neuen berechnet, wie groß die verschiedenen Geschwindigkeiten vor eine jedwede Länge seyn werden; so bekömmt man folgende Tabelle. Die erste Columne derselben zeigt die Länge des Canons, die zweyte, die durch die Gleichung $\frac{vv}{2}=mfa(Lx-La)-fx+fa$ erhaltene Geschwindigkeit; die dritte die durch Erfahrung bekommene Geschwindigkeit, und die vierte den Unterscheid dieser Geschwindigkeiten an.

$$\frac{vv}{2} = mfa(Lx - La) - fx + fa.$$

x		Durch Erfahrung.	Unterschied.
2394. . .	$v=$ 1018. . .	1083. . .	65.
2128. . .	$v=$ 1006. . .	1058. . .	52.
1862. . .	$v=$ 991. . .	1042. . .	51.
1595. . .	$v=$ 973. . .	1023. . .	50.
1328. . .	$v=$ 951. . .	991. . .	40.
1062. . .	$v=$ 922. . .	931. . .	9.
795. . .	$v=$ 916. . .	884. .	—32.
528. . .	$v=$ 826. . .	794. .	—32.
662. . .	$v=$ 713. . .	602. .	—111.

Wenn wir noch einmal zu der Geschwindigkeit zurück gehen, indem wir den Werth von v in der Gleichung $mfa \times (Lx - La) - fx + fa = vv$ entwickeln; so bekommen wir:

x		Durch Erfahrung.	Unterschied.
1455. . .	$v=$905. . .	938. .	33.
1320. . .	893. . .	908. .	15.
185. . .	878. . .	889. .	11.
1050. . .	848. . .	887. .	39.
915. . .	840. . .	872. .	32.
780. . .	815. . .	833. .	18.
642. . .	793. . .	796. .	3.
510. . .	761. . .	745. .	—16.
375. . .	717. . .	653. .	—64.
240. . .	647. . .	559. .	—88.

Die Folgen, welche man hieraus ziehen kann, vornehmlich, daß die Geschwindigkeit in denen gar langen Stücken zu stark ist, uud woher dieses rühren könne, davon können drey Ursachen angegeben wenden: 1) Das Zittern des Penduli, 2) einige Pulverkörner, welche sich bis zu Ende entzünden, 3) das Tuch, welches vor der Scheibe hieng, und bey der grössern Geschwindigkeit einen wenigern verhältnißmäßigen Widerstand leistete, als bey den kleinern.

Dieses geringen Unterscheides aber ohngeachtet, welcher sich zwischen der Theorie und Praxi befindet, zeigen doch diese Schlüsse die Kraft oder Dichtigkeit des entzündeten Pulvers betreffend, diejenige Stärke oder Dicke an, welche die Canonen haben müssen. Wir wollen z. E. untersuchen, wie stark die Dichtigkeit der flüßigen Materie sey, wenn sie sich in der Seele des ganzen Stückes ausgebreitet hat, in Betracht auf die verschiedenen Werthe von m, z. E. wenn die Länge 2394 Theile, und m, oder die mehrmalige Dichtigkeit der Atmosphäre 716 ist; so wird man schliessen, wie sich 2394 verhalten zu 34 der Länge der Ladung, so verhalten sich ungefähr 716 zu $10\frac{1}{7}$, woraus man folgert, daß wenn $10\frac{1}{7}$ die Stärke des Canons an der Mündung ist; so wird, wenn man eben diese Rechnung wiederholet, gefunden, daß bey einer Länge von 2128 die Stärke $11\frac{1}{3}$ seyn müsse; bey der von 1862 ohngefähr 13; bey 1595, $15\frac{1}{7}$; vor 1528, $17\frac{3}{20}$; vor 1062 ohngefähr 21, vor

795,

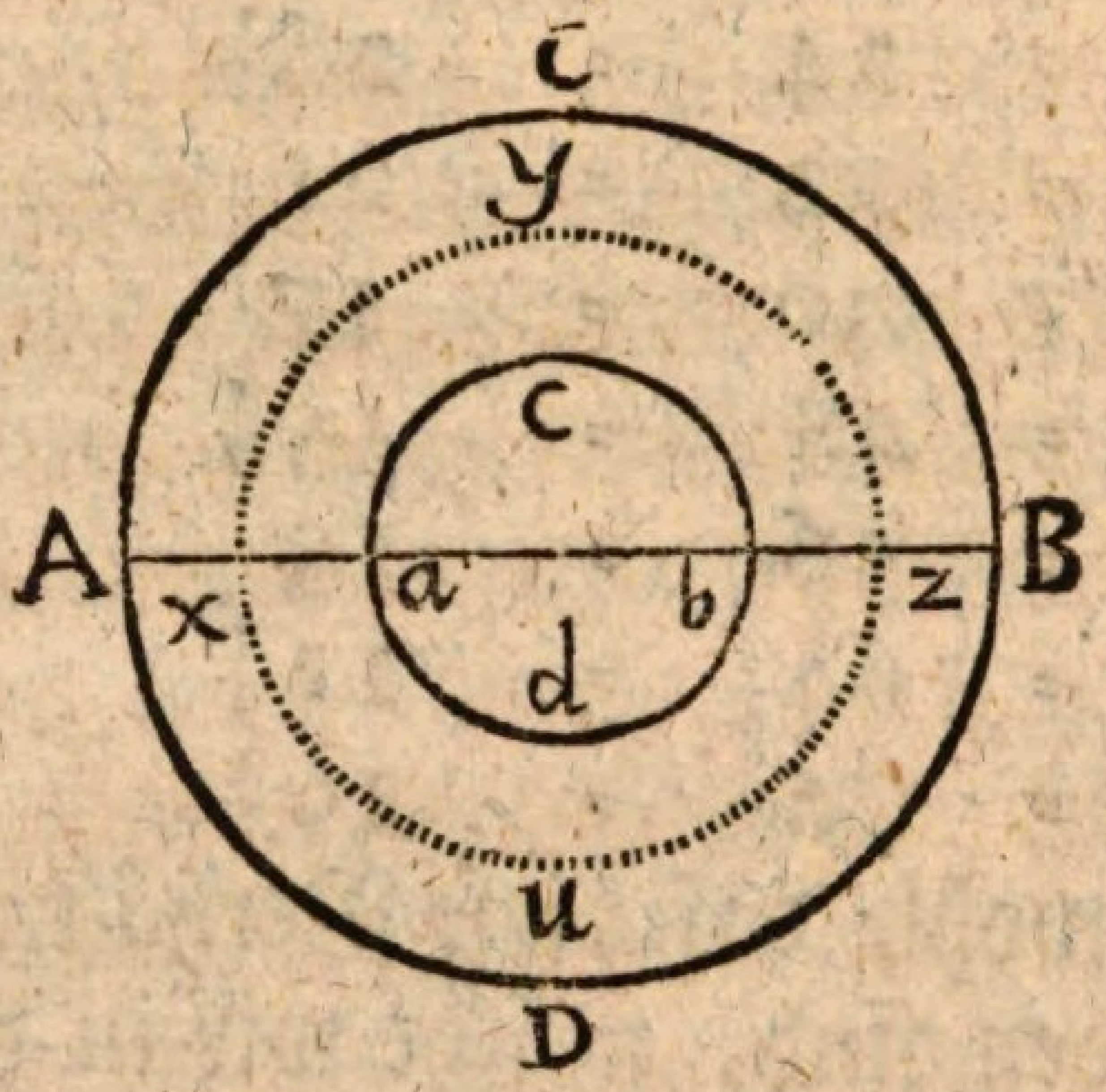
795, $26\frac{1}{3}$; vor 528, $38\frac{1}{7}$; vor 262, 62: und weil sich die verschiedenen Widerstände wie die Dicken verhalten; so folgt, daß, wenn das Canon bey dem Boden, oder da, wo die Ladung sich befindet, 475 Theile dick ist, oder von 34 Theilen von den Boden an, bis 262 Theile, der Länge nach, es so dick seyn, oder, ohngefähr 8 Zolle von dem Boden an, es 62 Theile Dicke haben wird, bey 16 Zollen, 38

=	24	=	$26\frac{1}{3}$
=	32	=	21
=	40	=	17
=	48	=	$15\frac{1}{7}$
=	56	=	13
=	64	=	$11\frac{1}{3}$
=	72	=	$10\frac{1}{3}$

Man siehet wohl, daß diese Verhältnisse von denen verschieden sind, welche wir in der Theorie fest gesetzt haben, sintemal die Dicken genau umgekehrt sich verhalten müsten, wie die Längen: folglich, wenn ein 6 Fuß langes Stück an der Mündung $10\frac{1}{7}$ stark wäre, so müste es in einer Entfernung von 8 Zollen, von dem Boden nemlich, 94 Theile Dicke haben, statt der 62, welche eben sind gefunden worden. Wir ziehen aus dieser Art der Einrichtung des Canons die Folge, daß das Mundstück desselben, gegen die Dicke des Bodenstückes erwogen, viel mehr Stärke haben müsse, als die Theorie anzeiget.

Nachdem wir diejenigen Verhältnisse ausgemacht haben, welche nothwendig erfordert wer-

den, wenn ein Canon nicht zerspringen soll, so wollen wir uns nunmehr angelegen seyn lassen, zu erkennen, wie diese Verhältnisse eingerichtet werden müssen, wenn das Canon nicht in der Quere auseinander gehen soll; und wir werden daher diejenigen Versuche folgern, welche man anzustellen hat, im Falle Canonen aus mehrern Stücken zusammen gesetzt werden sollen.



Wenn AB und ab den Durchschnitt der Länge des Canons nach einen rechten Winkel bedeuten; so ist klar, daß die Gewalt des Pulvers oder des elastischen flüßigen Wesens, das Canon der Länge nach zu öfnen, ab oder der Caliber des Canons, der Widerstand desselben aber Aa oder Bb, welche seine Dicke andeuten, seyn werden. Wenn man hingegen die Kraft sucht, welche vermögend ist, das Canon in die Quere auseinander zu treiben; so wird sich diese wie die Fläche des Cirkels a b c d verhalten, und der Wiederstand des Metalles, wie die

zwi-

zwischen den beiden Zirkeln ABCD und abcd sich befindende Fläche. Wenn daher Aa die nöthige Dicke ist, welche verhindert, daß sich das Canon nach der Länge öfnet, so suche ich, welche diejenige ist, die man nöthig hat, daß das Canon nicht in die Quere auseinander getrieben wird. Um diese zu finden, schliesse ich: wie sich ab, oder die Gewalt des Pulvers, welche bemühet ist, das Canon der Länge nach, zu öfnen, zu Aa+Bb oder 2 Aa verhält; so verhält sich auch der Cirkel abcd, welcher die Gewalt andeutet, wodurch das Canon in die Quere auseinander getrieben werden soll, zu der Fläche zwischen den Cirkeln abcd und xyzu.

Wenn man annimmt, die Dicke Aa sey dem Caliber ab gleich, so wird ab zu 2 Aa sich wie 1 zu 2 verhalten, folglich muß der zwischen den beyden Cirkeln abcd und xyzu sich befindende Raum noch einmal so groß seyn, als die Cirkelfläche abcd, und daher das Quadrat der Linie xz, als des Diameters des Cirkels xyzu, dreyfach so groß, als das Quadrat der Linie ab, oder des Diameters des Cirkels abcd. Wenn z. E. ab 3 Zolle, wie bey den 4pfündigen Stücken ist, so wird xz ohngefähr 5 Zolle und 2 Linien betragen, das ist, ax wird etwan 13 Linien seyn. Indem also bey einem 4pfündigen Stücke 3 Zolle Dicke erfordert werden, damit es der Länge nach nicht auseinander getrieben werden kann; so braucht man ihm hingegen nicht

mehr als 13 Linien Dicke zu geben, damit es nicht in die Quere auseinander geht.

Diese Betrachtungen können denen zur Maaßregel dienen, welche Versuche machen wollen, leichte Canonen zu verfertigen. Eine kleine Prüfung, welche ich selbst angestellet habe, und mir nicht von statten gegangen ist, hat mir Gelegenheit gegeben, diese Verhältnisse, welche ich eben angezeiget habe, ausfindig zu machen. Ich ließ eine Röhre oder Form zu einem Canon von 4 Pfunden giessen, dieselbe war von Kupfer und nicht mehr als 6 Linien dick. Darauf ließ ich einen Strick machen, welchen ich um das Stück wickelte, (es ist hier nöthig, daß ich anzeige, auf was Art ich hier verfahren habe,) ich nahm Kupferdraht, welchen ich immer mehr und mehr mit Gewichten so lange beschwerete, bis er zerriß, und ehe dieses geschahe, bemerkte ich, um wie viel derselbe länger geworden oder sich gedehnet hatte.

Mit dem Stricke verfuhr ich auf gleiche Weise, und bemerkte genau, indem ich ihn um das Rohr wickelte, daß, indem er sich so stark als der Kupferdraht gedehnet hatte, er gleichfalls zerriß. Den Strick habe ich so oft über einer jedweden Stelle des Canons, wie es nemlich ihre besondere Dicke erforderte, über einander gewickelt, daß die durch den Strick erhaltene Stärke eben so groß war, als wenn das Canon 3 Zolle dick von Kupfer gewesen wäre. Ich probirte dieses Canon, welches nur 11 Caliber lang

lang war, mit einer Ladung von $\frac{3}{4}$ Pfunden Pulver, und es hielt dieselbe aus. Als ich es aber mit einem Pfunde geladen hatte, so wurde es zersprengt, und zwar nicht nach der Länge, sondern bey dem Boden in die Quere. Die Stricke hatten sich stark in das Kupfer hineingedrückt, welches man deutlich sehen konnte, als sie abgewickelt wurden. Es erhellete also hieraus, daß, wenn die Seele bey dem Boden 13 Linien dick gewesen wäre, und die übrigen Theile der Länge des Stückes nach Proportion; so würden die Stricke vermögend gewesen seyn, der überwägenden Gewalt dergestalt zu wiederstehen, daß das Stück nicht zersprungen wäre.

Wenn man nun, zu Folge dieser Gründe, ein Canon aus verschiedenen Ringen von geschmiedeten Eisen zusammen setzte, dergestalt, daß diese Ringe wohl mit Kupfer zusammen gelötet wären; so würden dieselben einer jedweden möglichen Kraft Wiederstand leisten, und es würde nur nöthig seyn, eine Kraft von 13 durch das Zusammenlöten zu erhalten, welche Gewalt eben so groß seyn würde, als die von 36, welche durch die Ringe erhalten wird. Woraus denn gar bald erhellet, daß man Canonen von geschmiedeten Eisen ungleich wohlfeiler machen kann, als auf irgend eine dergleichen Art, welche ich bisher gesehen habe: sintemal das grösseste Stück, welches bey einem Canon von 24 Pfunden geschmiedet werden muß, nicht grösser seyn kann, als ein Ring von 5 Zollen im Diameter

meter, 6 Zolle in die Breite, und die Tiefe nach Belieben genommen, wie man es in der Ausführung nemlich am bequemsten findet. Was die Schwührigkeit des Lötens betrift, so siehet man wohl, daß dieses mit einem male geschehen könne, nemlich, daß der Stoß gebohret und gelötet wird, ingleichen auch die Schildzapfen, oder welche letztern auch an den nächsten Ring geschmiedet werden können, wo sie hingehören. Hieraus läßt sich auch der Schluß machen, daß diejenigen Stücken, welche man will, daß sie sich auseinander legen lassen, vielmehr aus Stäben oder Cylindern, welche an ihren Enden zusammen geschoben sind, bestehen müssen, als wenn man diese, wie öfters zu geschehen pflegt, vermittelst gewisser Rinnen, der Länge nach zusammen füget.

Von den Schußgewehren überhaupt, und besonders von demjenigen, welches von dem Fußvolke gebraucht wird.

Wir haben in den vorhergehenden Tabellen diejenigen Verhältnisse aus meinen Versuchen erwogen, welche die Geschwindigkeit der Kugeln haben, in Betracht einer gewissen Länge der Canonen und Stärke der Ladung. Das, was dadurch ausgemacht ist, schien von demjenigen gar merklich verschieden zu seyn, was man durch die Erfahrungen, welche vermittelst der Weite der Schüsse angestellet werden, bemer-

merket. Die Absicht dieser Abhandlung wird also darinnen bestehen, daß wir beyde Erfahrungen mit einander vergleichen und sie wird dazu dienen, daß wir die Frage, von der Abkürzung der Feuerröhre, entscheiden können, über welche seit vielen Jahren ist gestritten worden.

Vermöge der Versuche, welche der Herr Valliere im Jahre 1740, um diejenige Ladung ausfindig zu machen, welche der Kugel in einem 24pfündigen Canon die grösseste Geschwindigkeit giebt, angestellet hat, scheinet es, als ob in denen Weiten der Schüsse nur ein gar geringer Unterscheid sey, ob man gleich damals Ladungen von 8 bis zu 24 Pfunden Pulver gebraucht hat. Man sehe die nachstehenden Versuche.

Proben, welche man zu Straßburg im Monath September 1740 angestellet hat, um zu erfahren, durch was vor eine Ladung in dem Canon die grösseste Kraft erhalten werde.

Bey diesen Proben war das Canon auf 45 Grade gerichtet, und dergestalt befestiget, daß es nicht konnte verrücket oder erschüttert werden, alle Kugeln waren auch genau nach einem Caliber und rein poliret.

Den

Den 31. Aug.	Schußweiten.	Den 1. Sept.	
Pf. Pulver.	Halbe Ruthen.	Pf. Pulver.	Halbe Ruthen.
8. . .	2328. . . .	24. . . .	2500.
9. . .	2350. . . .	18. . . .	2480.
10. . .	2350. . . .	16. . . .	2300.
11. . .	2077. . . .	15. . . .	2138.
12. . .	2266. . . .	14. . . .	2280.
13. . .	2435. . . .	13. . . .	2500.
14. . .	2300. . . .	12. . . .	2240.
15. . .	2420. . . .	11. . . .	2060.
16. . .	2450. . . .	10. . . .	2450.
18. . .	2230. . . .	9. . . .	2500.
24. . .	2200. . . .	8. . . .	2050.

Vermöge dessen, was ich in Betracht der Ladungen geleistet habe, ist ausgemacht, daß die Länge der Ladung, das Pulver und die Kugel nemlich zusammen genommen, länger seyn müsse als der dritte Theil der Länge des Stückes, und daß also der Unterscheid zwischen der Geschwindigkeit der Kugel, durch eine Ladung von 9 Pfunden, und der durch eine von 24 Pfunden erhaltenen, gar sehr beträchtlich seyn müsse. Die Weiten der Schüsse müssen sich verhalten wie die Quadrate dieser Geschwindigkeiten, und wenn die Luft der Bewegung nicht wiederstünde, so würde die Berechnung einzig und allein anzeigen, daß diese Weiten der Schüsse in der Luft von einander nicht so sehr verschieden wären; weil ich mir aber vorgenommen habe, nichts fest zu setzen, ausser, was aus Erfahrun-

rungen hergeleitet wird; so will ich nunmehr diejenigen Versuche herbey bringen, welche ich, den Wiederstand der Luft betreffend, angestellet habe, und daraus solche Schlüsse herleiten, welche vermögend seyn werden, diese einander widersprechendscheinenden Sätze zu vereinigen. Nemlich, daß durch die Versuche zu Straßburg ein grosser Unterscheid zwischen den Ladungen eine gar kleine Verschiedenheit in den Weiten der Schüsse verursachet hat, da indessen durch meine Versuche die Stösse der Scheiben, mit der Ladung zugleich, stark zugenommen haben. Wie ist es aber möglich, daß, da die Kugeln, indem sie eben aus dem Canon fahren, eine so sehr verschiedene Geschwindigkeit haben, und dennoch in der Weite des Schusses einen so sehr geringen Unterscheid geben sollten?

Hier folgen diese Versuche: ich habe in denselben eben die Art der Untersuchung beybehalten, deren ich mich in der Abmessung der Geschwindigkeit der Kugel bedienet habe.

Ich habe mit einem Canon von 5 Fussen, die Ladungen waren $1\frac{1}{2}$ Quintlein, die Kugeln waren 1 Unze, 1 Quintlein und 54 Grane, in einer Entfernung von 8 Fussen gefeuert, nemlich von der Mündung des Canons bis zu der Scheibe, und darauf in einer Weite von 92 Fussen; Diese Stösse habe ich addiret und das Mittel aus ihnen genommen, deren Verhältnisse waren:

Ent-

	Entfernung, nemlich 92 Schuhe von der Scheibe.		
	Stösse.	Entfernung der Achse oder des horizontalstabes vor der Scheibe entweder + oder — erwogen	Aufeben die Entfernung der Achse berechnet.
1ste Reihe.	400 . .	-266.	406 . .
	592 . .	-300.	398 . .
	393 . .	-380.	402 . .
	Mittlere Stoß.		402 . .
2te Reihe.	389 . .	-445.	400 . .
	392 . .	-404.	399 . .
	Mittlere Stoß.		$399\frac{1}{2}$
3te Reihe.	410 . .	+ 60	408 . .
	400 . .	-289.	407 . .
	398 . .	-104.	400 . .
	391 . .	-481.	403 . .
	404 . .	-138.	407 . .
	391 . .	-339.	399 . .
	391 . .	-333.	399 . .
	392 . .	-457.	403 . .
	Mittlere Stoß.		403 . .
4te Reihe.	384 . .	-565.	398 . .
	383 . .	-412.	393 . .
	383 . .	-502.	395 . .
	404 . .	-316.	412 . .
	Mittlere Stoß.		399 . .
	Mittlere Stoß überhaupt		$400\frac{3}{4}$

	Acht Fuß weite Entfernung von der Scheibe.		
	Stösse.	Entfernung der Achse.	Stösse.
1ste Reihe.	436 . .	-325.	445 . .
	430 . .	-336.	439 . .
	443 . .	-345.	453 . .
	Mittlere Stoß.		445 . .
2te Reihe.	427 . .	-411.	438 . .
	436 . .	-400.	447 . .
	435 . .	-335.	445 . .
	Mittlere Stoß.		$443\frac{3}{4}$
3te Reihe.	441 . .	-209.	446 . .
	430 . .	-394.	441 . .
	424 . .	-324.	432 . .
	431 . .	-378.	441 . .
	Mittlere Stoß.		440 . .
4te Reihe.	441 . .	-287.	447 . .
	430 . .	-376.	440 . .
	Mittlere Stoß.		$443\frac{1}{2}$
	Mittlere Stoß überhaupt		443 . .

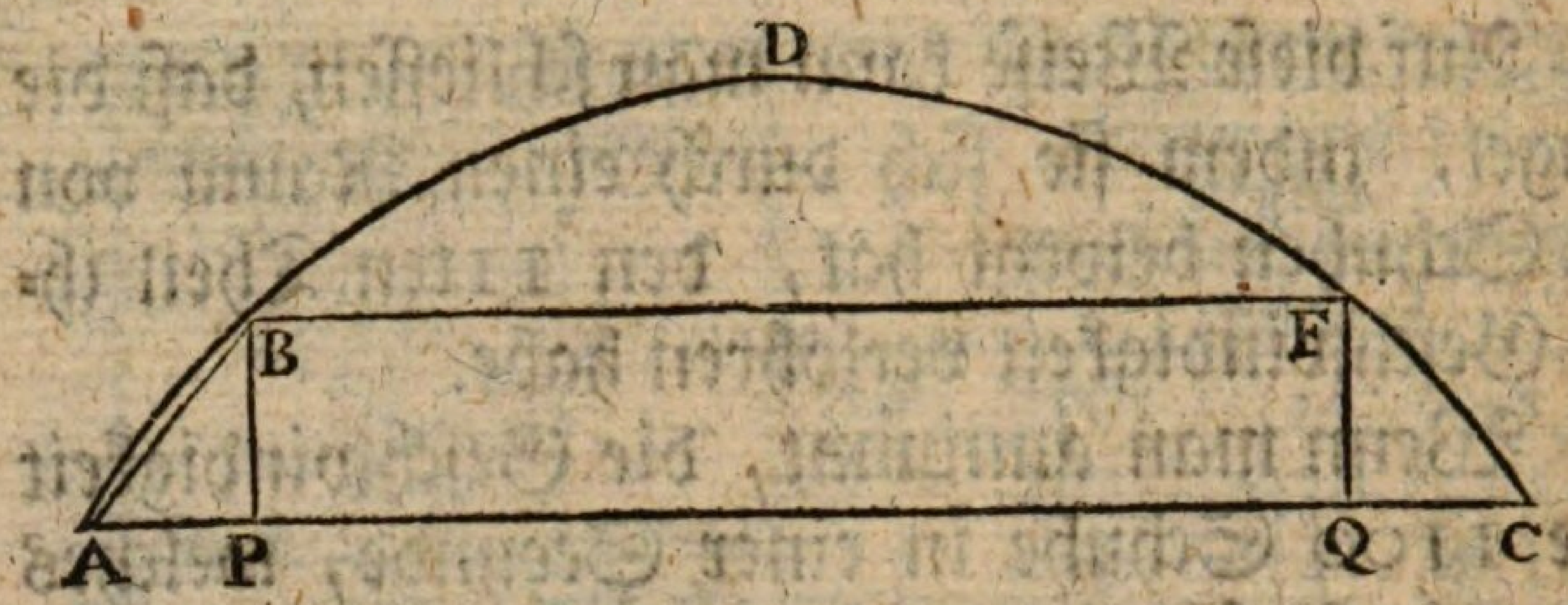
Die Länge des Maaßstabes sind 1000 solcher gleichen Theile, deren 2209 den Königlichen Fuß ausmachen. Alle Reductions sind nach 16000 Theilen der Entfernung der Scheibe von ihrer Achse, indem gegen die erstern die Schüsse horizontal geschahen, berechnet, und die Stösse sind in diesen Theilen zu verstehen.

Auf

Auf diese Weise kann man schliessen, daß die Kugel, indem sie sich durch einen Raum von 84 Schuhen bewegt hat, den 11ten Theil ihrer Geschwindigkeit verlohren habe.

Wenn man annimmt, die Geschwindigkeit seye 1100 Schuhe in einer Secunde, welches denn die Geschwindigkeit beynahe wäre, wie sie in der vorhergehenden Tabelle vor ein Canon von 5 Fussen angegeben wird; so würde die Kugel nicht mehr als 1000 Fusse Geschwindigkeit in jeglicher Secunde behalten. Nachdem 84 Fusse durch die Luft sind zurück gelegt worden, so würden die Schußweiten dieser Kugeln, wenn keine Luft da wäre, sich verhalten, wie 121 zu 100 ohngefähr, oder wie 6 zu 5; Wenn man aber annimmt, es sey nur ein gewisser Strich von 84 Schuhen mit Luft angefüllet, da, wo sich nemlich die Richtung des 45 Grade erhabenen Canons hin erstrecket; so kann man die Frage auf diese Weise betrachten:

Dieses ist eine grosse Scheibe, welche viel schwerer war als diejenigen, deren ich mich bisher bedienet hatte; der Zeiger war an der Stange befestiget. Ich gebe die Entfernungen nicht genau an, weil ich es verabsäumet habe, sie zu messen, weil es aber auf die vollkommen genaue Richtigkeit der Grössen nicht ankommt; so kann dieses in den Schlußfolgen nichts ändern.



Es sey BAC ein Winkel von 54 Graden, die Länge AB 84 Schuhe, die Geschwindigkeit in A = 1100, und die in B = 1000.

Gegenwärtig wollen wir suchen, wie viel der Unterscheid der Schußweiten beträgt, wenn einmal die Kugel eine Geschwindigkeit von 1100, das anderemal eine von 1000 hat. Indem wir annehmen, alle übrigen Umstände sind einander gleich, eine Linie BF mit AC parallel, und die Perpendicular-Linien BP, FQ, auf AC herunter ziehen; so ist AP + QC der Unterscheid zwischen den Linien BF und AC; kann man aber BF vor die Weite des geworfenen Körpers annehmen, mit einer zehnfachen Geschwindigkeit, indem der Winkel DBF einen Winkel von 45 Graden nicht gleich ist; so muß dieses etwas ändern; in Ermangelung einer vollkommenen genauen Berechnung aber, wollen wir untersuchen, um wie viel der Körper, vermöge seiner Schwere, und seit dem er AB durchläuft, sincke. Wenn nun dieses sehr wenig beträgt; so siehet man wohl, daß dadurch die Schußweite nur um ein geringes geändert werde.

Um

Um zu erfahren, wie viel dieses beträgt, so müssen wir zuerst ausmachen, wie der gleichförmige Widerstand beschaffen ist, welcher in einer Weite von 84 Schuhen den 11ten Theil der Geschwindigkeit vernichtet. Indem diese Geschwindigkeit von 1100 Fussen in einer jeglichen Secunde ist, so wird jene ohngefähr 34 mal so viel betragen, als die Schwere; die Zeit, welche die Kugel braucht, diesen Raum zu durchlaufen, wird ohngefehr $\frac{1}{11}$ einer Secunde seyn, und der Körper wird ohngefehr $\frac{1}{484}$ Fuß fallen. Woraus denn erhellet, daß man diejenige Veränderung der Weite des geworfenen Körpers aus der Acht lassen kann, welche man durch die Verkleinerung des Winkels erhält. Es muß aber QC kleiner seyn, als AP; wir wollen indessen beyde als gleich ansehen: folglich wird 2AP der Unterscheid der Weite zwischen den Geschwindigkeiten 1100 seyn. Nun ist aber $AP = 2\overline{AB}^2$, das ist 59 Fuß, folglich $2AP = 118$ Fusse oder 19 halbe Ruthen ohngefehr. Wenn man dasjenige genau in Betracht ziehen will, was über einen Schuß von 1900 halben Ruthen ist, so wird man nicht finden, daß es über den hundertesten Theil des Unterscheides, zwischen den Geschwindigkeiten von 1000 und 1100, in den Schußweiten beträgt, wenn man weiter keine Luft in Betracht ziehet, als in einer Strecke von 84 Schuhen; Will man aber auf den ganzen Widerstand sehen, welchen dieselbe thut; so wird man einen noch geringern Unterscheid bemerken.

merken. Wenn man also, sage ich, die Unrichtigkeiten der Schüsse in Betracht ziehen will, welche fast den siebenden Theil ausmachen; so wird man daraus die Folge ziehen, daß die Methode, vermittelst der Schußweiten, nichts gewisses von der Geschwindigkeit der Kugel, indem sie eben aus dem Rohre fährt, angeben kann.

Aus allen diesem erhellet demnach dieser Grundsatz in der Artillerie, daß, wenn man in der Nähe oder Bresche schiessen will, die starken Schüsse die besten Dienste thun; Will man aber in die Ferne oder weit schiessen, so thut die Verstärkung der Ladung weiter nichts, als daß sie nur das Canon desto stärker angreift, ohne diejenige Würkung, welche es bereits auf eine gewisse Weite, hat, im geringsten, wenigstens auf eine merkliche Weise, zu vermehren. Es fliesset auch hieraus die Entscheidung der Frage, über welche zwischen denen Herrn Generalinspecteurs der Infanterie bisher ist gestritten worden, und darinnen bestehet: Man war willens die Schießgewehre abzukürzen, und führte zur Rechtfertigung dieses Verfahrens, nachfolgende Ursachen an: 1) Daß das Schießgewehr vor einen Mann zu lang sey, sintemal die gewöhnliche Länge eines französischen Soldaten 5 Fusse und 2 Zolle wären, daß daher dieses sein Gewehr ihm nicht nur zu schwer seye, sondern auch die Geschwindigkeit des Schusses verhinderte, weil der Soldat nicht so hurtig laden könn-

könnte, als wenn das Gewehr kurz sey. Dieses hat zwar seine Richtigkeit, man antwortet aber darauf, daß auch alsdenn die Kugeln nicht so weit getrieben werden, wenn das Gewehr nebst dem Bajonet so kurz ist, und man dasselbe endlich im bedeckten Wege gar nicht mehr gebrauchen könne, weil es nicht lang genug mehr bleibt, es durch die Pallisaden zu stecken und oben auf das Glacis zu legen. Was die letzten beyden Schwürigkeiten betrift, darüber will ich nichts entscheiden, ob ich gleich sagen könnte, man dürfte nur das Bajonet länger machen, und, so viel es ohne Schaden geschehen könnte, die Pallisaden näher heran setzen, wenn dieses nöthig wäre. Was die zwote Schwürigkeit aber anbelanget; so ist dieselbe bereits, vermöge der vorhergehenden Tafeln von den Geschwindigkeiten der Kugel, gehoben, in Beziehung auf diejenige Länge, welche mit denen eben angegebenen Ursachen zugleich ist verbunden worden: daß, wenn man ein Rohr von 3 Fussen und 8 Zollen um 4 Zolle kürzer machte, so würde die Geschwindigkeit der Kugel, indem sie aus dem Rohre fähret, dadurch nicht einmal um den dreyßigsten Theil vermindert werden, und in Betracht des Widerstandes, den die Luft verursachet, würde der Unterscheid unter den Schußweiten gar unmerklich seyn.

Nachdem ich also diejenigen Untersuchungen vollendet habe, welche ich mir vorgesetzt hatte, so füge ich gegenwärtig annoch einige Erfahrungen

bey, welche künftig die Brauchbarkeit dieser Abhandlung vermehren können.

Untersuchungen über die Ursache von dem Zurückstosse der Canonen.

Man hat sich bisher eingebildet, daß der Widerstand der Luft die einzige Ursache des Zurückstosses derer Schießgewehre sey, vornehmlich, wenn dieselben nicht scharf geladen sind; einige Versuche aber, welche ich angestellet habe, überzeugten mich, daß, wenn ja die erwehnte Ursache daran einigen Antheil hätte, so sey dennoch mit dieser eine andere verbunden, und solche ist die Masse des Pulvers. Denn diese, ob sie gleich in ein flüßiges Wesen aufgelöset wird, so hat sie deswegen nicht gänzlich aufgehöret, sondern leistet wegen ihrer Trägheit annoch Widerstand: folglich kann man ihre Würkung, welche sie dadurch beweiset, daß das Canon zurück prallen muß, auf die Weise begreiflich machen, daß man sie mit einer schweren Feder vergleicht, welche, indem man sie mit dem einen Ende gegen einen Körper drücket, dennoch, indem sie sich von demselben wieder los macht, verursachen wird, daß der Körper zurück prallet, obgleich das andere Ende frey ist, indem es keinen Widerstand hat.

Die Luft kann durch ihren Widerstand den Zurückstoß des Canons nicht verursachen, ohne daß sie zugleich einen Gegendruck und folglich einen würklichen Druck äussert. Es ist daher wahr-

wahrscheinlich, daß, wenn ein Barometer, wenn es in die Gegend gestellet wird, durch welche die Flamme aus einem Rohre fähret, in dem Augenblicke, da man dieses abfeuert, steigen werde. Ich setzte daher in einer Entfernung von 6 Fussen, von der Mündung an gerechnet, einen Barometer, wie des Herrn Nollet seine zu seyn pflegen, in denjenigen Strich, durch welchen die Flamme aus einem kleinen Canon fahren muste. Nachdem ich dieses gelöset hatte, so blieb, der Erschütterung, welche man an allen übrigen Körpern bemerken konnte, ohngeachtet, das Barometer völlig in Ruhe. Ich muß aber gestehen, daß das Canon nur gar klein gewesen ist, und die Kugel desselben nicht mehr als 4 Unzen gewogen hat; erwägt man aber im übrigen, daß der Schuß desselben einen kleinen Aufsatz erschütterte, welcher 20 Fusse hinter dem Canon stund, und zwar dergestalt stark, daß alles das herunter fiel, was man darauf setzte, und daher zu einer starken Erschütterung genug war: so sollte man glauben, daß, wenn der Widerstand der Luft an dem Zurückstosse des Canons einen so grossen Antheil hätte, wie man dieses zwar bisher beständig vorgegeben, aber mit keinen Versuche dargethan hat: so hätte derselbe gleichfalls auf das Barometer seine Würkung zeigen müssen; es wird aber dieses durch nachfolgende Untersuchungen in mehreres Licht gesetzt werden.

Wenn der Widerstand der Luft bey dem Zu-

rückstosse der Schießgewehre stark würket; so müssen nachfolgende Begebenheiten nothwendig daraus erfolgen. Es ist bekannt, daß, wenn man eine Stahlfeder zwischen zween Körper stellet, so theilet sie diesen Körpern eine Bewegung nach den entgegengesetzten Gegenden mit, und die Geschwindigkeiten dieser Bewegungen verhalten sich umgekehrt, wie die Massen der Körper. Man weiß ferner, daß, wenn einer dieser Körper gar liegen bleibt, und, in Betracht gegen den andern, ziemlich schwer ist; so wird der Zurückstoß des grössern Körpers, welchen wir M nennen wollen, und den kleinern N, sich zu der Geschwindigkeit des Zurückstosses verhalten, wenn der kleine Körper p ist, wie die Wurzel aus N zu der Wurzel aus p, und ferner wird die Geschwindigkeit des Körpers N sich zu der von p verhalten, wie die Wurzel aus p zu der aus N.

Wenn man daher, vermöge der Erfahrung, die Geschwindigkeit des Stosses untersucht, welcher durch eine Kugel von 4 Unzen verursachet wird; ferner denjenigen Stoß, welchen eine Kugel von einer Unze giebt, die aber gleiche Grösse hat, und mit eben der Ladung fortgeschossen ist; so würde man finden, daß die Geschwindigkeit des Zurückstosses sich wie 2 zu 1, die Geschwindigkeiten der Kugeln aber sich wie 1 zu 2 verhalten, im Falle nehmlich keine Luft wäre und das Pulver kein Gewicht hätte. Indem aber der Widerstand der Luft einen starken Einfluß in

den

den Zurückstoß des Canons hat, je grösser nemlich die Geschwindigkeit der Kugel ist und je mehr nach eben dieser Verhältniß die Stärke des Stosses zunimmt, das ist, daß die kleine Kugel eine Geschwindigkeit des Stosses verursachen müsse, welche nach Proportion viel grösser ist, als die von der grossen verursachte.

Wenn hingegen der Zurückstoß mehr von der Masse des Pulvers herrühret, so wird der Stoß des kleinern Cylinders noch grösser seyn. Es kommen also diese beyden Würkungen zusammen, und weil es mir daher schwer zu seyn scheinet, genau zu bestimmen, wie sich die beyden Würkungen verhalten, welche von diesen zwoen verschiedenen Ursachen herrühren; so wollen wir uns nur angelegen seyn lassen, davon wenigstens einige Begriffe mitzutheilen.

Die folgenden Tabellen enthalten diejenigen Versuche, welche ich hierüber angestellet habe. In der ersten Columne befinden sich die Schweren der Cylinder, welche genau von einem Caliber, und so gar, um mehrerer Sicherheit wegen, in das Canon sind gegossen worden. Die zwote Columne zeiget die Bögen des Zurückstosses des Canons: Die dritte die Sehnen dieser Bögen oder die würklichen Geschwindigkeiten des Zurückstosses: Die vierte die Sehnen des Stosses des Perpendiculs, gegen welchen die Schüsse geschehen, und auf die Weise anders gerechnet sind, als ob die Cylinder selbst auf eben den Punct gestossen wären: Die fünf-

te Columne zeiget die Verhältnisse der Geschwindigkeiten verschiedener Cylinder, so wie sie aus dieser Berechnung folgen.

Vermöge dieser Tabellen und des vorhergehenden Lehrsatzes, läßt sich bestimmen, wie sich die Massen verhalten müssen, wenn das Canon einen Zurückstoß bekommen soll; dieses macht die sechste Columne aus. Die siebende giebt die verschiedenen Massen an, welche zu einen jedweden Cylinder hinzugethan werden müssen, um einen solchen Stoß zu bekommen, wie er durch die Erfahrung ist gefunden worden.

Wenn man den zwoten Schuß aus der andern Tabelle nimmt, wo der Cylinder 490 wiegt, so wird man finden, daß die Geschwindigkeit des Stosses des Canons sey 12935, und daß in dem sechsten Schusse der Cylinder von 3043 Granen eine Geschwindigkeit von 35788 haben wird; man addire zu der ersten Zahl 490, 72 die Hälfte des Gewichts der Ladung, (welches beynahe eben das Gewicht seyn wird, welches gleiche Würkung thut, als die ganze Masse des Pulvers) man addire ferner zu der Masse 3043 eben die Masse von 72, welches 3115 giebt, und rechne, wie die Quadratwurzel aus 3115, welche 55, 8 ist, sich verhält zu 35788; eben so verhält sich auch die Quadratwurzel aus 562, welche ist 23, 7, zu 15200.

Und

Und dieses ist dasjenige, was sich ereignen müste, im Falle keine Luft da wäre; indem wir aber sehen, die Luft widersteht, so muß man von dem Stosse 35788 eine gewisse Grösse x wegnehmen, welche durch den Widerstand der Luft würde verursachet worden seyn, und 35788 weniger x würde der von der Masse 3115 verursachte Stoß seyn, und von 12935 (dem Stosse der erstern) müste man eine gewisse Grösse z von den Widerstand der Luft abziehen. Also müste man schliessen, daß sich 35788-x zu 35788 verhalte, wie 12935-z zu 15200, oder wie 55, 8, (die Quadratwurzel aus 3115) sich verhält zu 23, 7 (der Quadratwurzel aus 562): nun ist aber klar, daß, indem die Grösse x kleiner ist, als z, die Verhältniß zwischen 35788-x zu 12935-z sich immer um desto mehr von der Gleichheit entfernen werde, als die Zahlen selbst, und in derjenigen von 35788, zu 15200 noch mehr. Woraus denn klar ist, daß die Grösse z sehr viel kleiner seyn müsse, als x, und folglich der Widerstand der Luft weniger bey dem kleinern als grössern Cylinder betrage. Dieses ist aus allen Massen der beyden vorhergehenden Tabellen klar, wenn man die Columne der Unterschiede betrachtet, welche sich unter den Massen befinden, so, vermöge der Theorie, die Stösse des Canons verursachten, auf das Gewicht der Cylinder, zu welchen man annoch die Hälfte der Masse des Pulvers hinzuthun muß; so wird man beständig

Erste

Versuche, welche mit der Probe, vermittelst einer Ladung Cylindern von Zinn, von verschiedener Schwere, mit der sind mit Gewalt eingedrungen, den 6. Fe-

Schüsse.	Gewichte des Cylinders. Grane.	Bögen, welche der Stoß bey der Probe gegeben. Grade.	Minut.	Die Sehnen dieser Bögen, oder die Verhältnisse der Geschwindigkeit des Zurückstosses des Canons.
1	320	10	3	17633
2	393	13	22	23276
3	509	14	50	25816
4	634	16	10	28122
5	696	16	40	28986
6	754	17	10	29848
7	843	18	20	31860
8	936	19	10	33296
9	1248	22	30	39018
10	1533	24	12	41922
11	1697	25		43286

Zwote

Zwote Reihe von Versuchen mit einer La- der drungen frey ein, den

1	00	2	35	4507
2	490	7	25	12935
3	1038	11	10	19458
4	1432	13	20	23218
5	1991	16	25	28553
6	3043	20	37	35788

Tabelle.

von 4 Quentl. Pulver sind angestellet worden, wo man mit
erwähnten Vorsichtigkeit geschossen hat. Diese Cylinder
bruar 1760. bey heiterm und frostigen Wetter.

Sehnen des Zurückstosses des Perpendiculs, gegen welchen man geschossen hat.	Verhältnisse der Geschwindigkeit verschiedener Cylinder, wie sie aus diesem Stosse folgen.	Verhältnisse der Massen, welche zu folge der Theorie nöthig waren, um das Canon zurück zu stossen.	Unterscheide dieser Massen zu denen würklichen Massen gebracht, indem man annimmt, es werden zu der ersten Masse 147 Gräne gethan.
300	937	467	147
377	956	812	419
478	939	999	490
558	880	1186	552
617	886	1260	564
630	835	1336	582
700	806	1522	679
760	812	1662	726
967	774	2283	1035
1033	673	2636	1103
1192	702	2810	1113

Tabelle.

dung von 2 Quentl. Pulver. Die Cylin-
10ten Februar 1760.

			Diese Masse zu den erstern addiret ist von 72 Granen.
141 ohngefähr	1000	68	68
322	657	562	72
517	498	1268	230
646	451	1805	373
844	423	2731	740
1086	456	4224	1181

dig wahrnehmen, daß diejenigen Schweren, welche man hinzuthut, bey den grossen Cylindern grösser sind als bey den kleinen.

Erwägt man auf der andern Seite die Stösse der Scheibe, so müsten diese (wenn keine Luft vorhanden wäre, und das Pulver kein Gewicht hätte) mit dem Zurückstosse des Canons in gleicher Verhältniß stehen; weil aber das Pulver eine Schwere hat, so muß zu der Masse des Cylinders die Masse des Pulvers addiret werden, und weil 322 der Zurückstoß der Scheibe vor den Cylinder von 490 ist, so wird 416 der Stoß seyn, wenn die ganze Masse des Pulvers die Scheibe mit gleicher Geschwindigkeit getroffen hätte, und wenn 1086 der Stoß der Scheibe ist, welchen der Cylinder 3043 verursachet hat, so wird 1137 der Zurückstoß seyn, welchen der Cylinder gegeben hat, indem zu ihm die Masse des Pulvers ist addiret worden, und folglich die Luft vor nichts, oder bey dem Zurückweichen des Canons nur als etwas sehr geringes gerechnet wurde; man muß also suchen, wie sich 416 zu 1137 verhalten, also auch 12935 zu 35788; diese letzte Zahl ist zu groß, denn sie sollte seyn 35334, es ist aber der Unterscheid zu klein, als daß man ihn von einer andern Ursache herleiten sollte, als von den Fehlern, welche beständig bey Versuchen begangen worden. Wenn aber der Widerstand der Luft zu dem erstern Zurückstoß wäre hinzu addiret wor-

worden; so wäre die Zahl 35334, statt dessen, daß sie vorher zu klein war, viel grösser als die Zahl 35788; woraus man den Schluß machen muß, daß die Luft denen kleinen Cylindern nicht mehrern Widerstand leistet, als den grössern, und daß es folglich die Masse des Pulvers ist, welche die Ursache des Zurückstosses der Schießgewehre ausmacht, wenn diese ohne Kugeln abgefeuert werden, und wenn in starken Ladungen dieser Stoß nach Proportion stärker ist, als in kleinen; so kann dieses nichts anderm beygemessen werden, als der ausnehmenden Ausdehnung der flüßigen Materie, welche von der sehr grossen Hitze verursachet wird.

Wenn man alle übrigen Grössen der Tabelle untersucht, so wird man das, was heraus kommt, beynahe eben so finden. Die Unterscheide werden beständig kleiner seyn, als daß sie vermögend wären, unsere Schlüsse zu ändern.

Nachdem ich alles dasjenige zu Ende gebracht habe, was ich in dieser Abhandlung vorzutragen hatte, so ist weiter nichts nöthig, als daß ich den Leser ersuche, er wolle dieses Werk nicht als eine vollkommene Abhandlung der Artillerie betrachten; sondern, wie es der Titel desselben mit sich bringet, als einen Versuch eines solchen Plans, welcher sich sehr weit erstrecket und viele Betrachtungen erfordert. Ferner

ner muß ich bitten, daß er sich nicht wolle befremden lassen, wenn er solche Gegenstände allhier antrifft, die nicht sattsam deutlich vorgetragen und aus einander gesetzet sind, ingleichen auch eben solche Wiederholungen. Diejenigen, welche eine Erkenntniß und Fertigkeit in der Naturkunde haben, werden durch diese Mängel nicht verhindert werden, gar wohl zu begreifen, was ich vor einen Plan wünsche, den man sich vornehmen möchte, im Falle man die gesammte Theorie der Artillerie abzuhandeln gedenket.

E N D E.

5

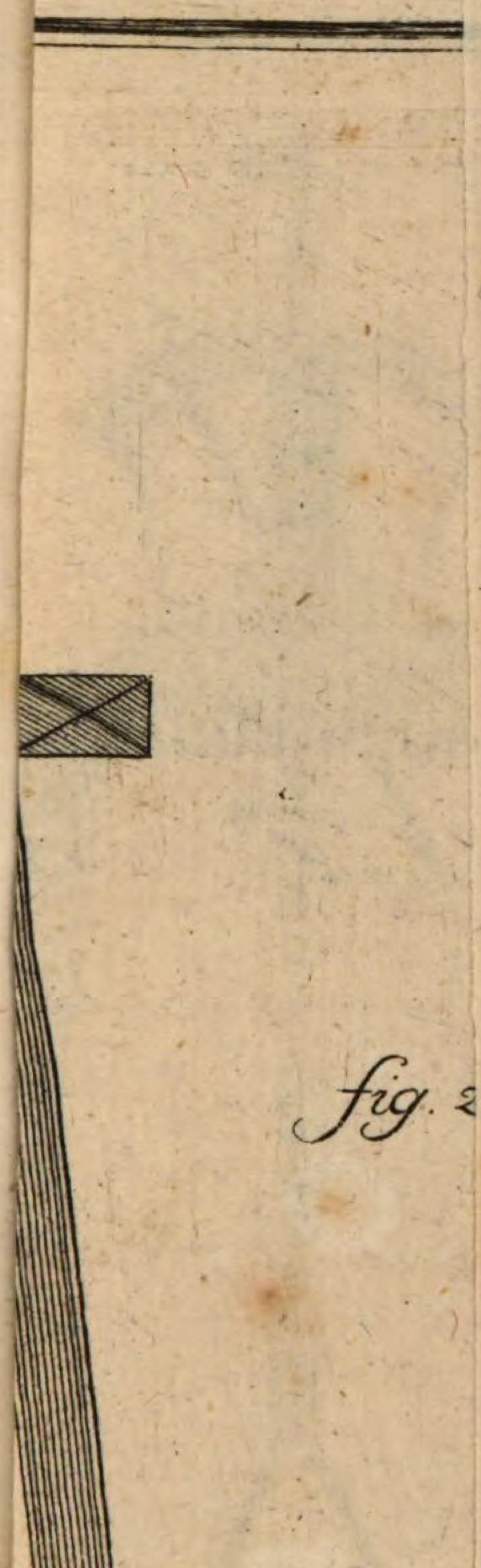


fig. 2

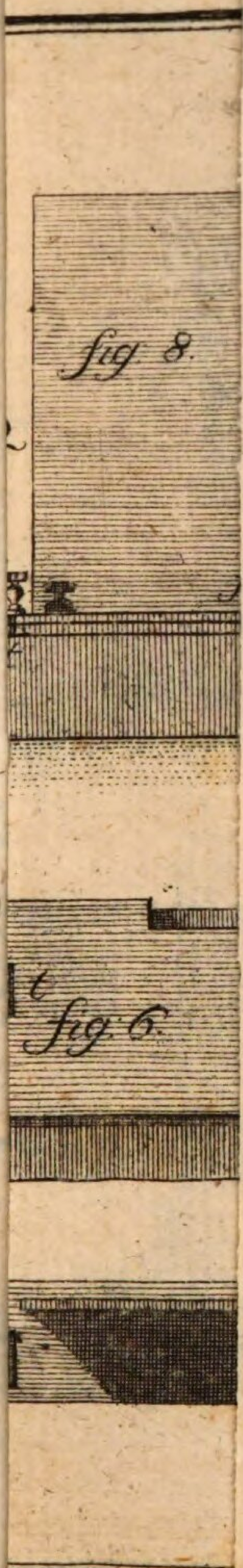


fig. 8.
t
fig. 6.

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Arcy, Patrice <<d'>>, / Nestler, Carl Gottfried / Walther, George Conrad,

Versuch einer Theorie der Artillerie

Dreßden 1766

App.mil. 9
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10255782-7
VD18 10529136